ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1954.

PRÉSIDENCE DE M. Louis FAGE.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Observations nouvelles sur le Nummulitique des abords du massif de l'Argentera-Mercantour.* Note de Mlle **Anne Faure-Muret**, MM. **René Abrard** et **Paul Fallot**.

Jean Boussac a montré qu'un golfe avait existé au Lutétien dans la région de Vintimille, de la Basse Roya et de la Bevera (1).

L'un de nous a établi récemment (2) que la mer de cette époque s'était avancée plus loin vers l'Ouest, jusqu'au Sud du Tournairet, entre Vésubie et Tinée, à 40 km du rivage actuel,

Les recherches sur le terrain menées depuis (A. F.-M. et P. F.) et l'étude paléontologique des matériaux recueillis (R. A.) nous permettent d'apporter de nouvelles précisions sur les régions situées au Sud-Est de l'Argentera-Mercantour.

1. *Massif du Marguareis.* — Cette montagne, principalement calcaire, s'élève 10 km à l'Est du Col de Tende. Sur une série jurassique et crétacée terminée par des couches en plaquettes stériles embrassant peut-être Sénonien et Nummulitique inférieur, règne un Flysch calcaire sans traces organiques où sont noyés des calcaires bleus à petites Nummulites (*N.* cf. *incrassatus*, de la Harpe et *N.* cf. *striatus* Brug.). L'état de la faune interdit toute détermination stratigraphique précise, mais il n'est pas exclu qu'il s'agisse de Priabonien. MM. Rouire et Tintant, spéléologues, avaient déjà observé ces couches en 1952, mais sans les dater (3).

---

(1) J. Boussac, *Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*, Paris, 1912.

(2) A. Faure-Muret, *Études géologiques sur le Massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires*, (sous-presse).

(3) J. Rouire, *Bull. Com. Nat. de Spéléologie*, n° 3, 1952, p. 12.

2. *Série du Rio Freddo et du Val Mérignan.* — Au Sud du Marguareis, que les auteurs modernes considèrent volontiers comme charrié, règne une série sénonienne et nummulitique affectée de nombreux plis couchés de détail. Le Rio Freddo, qui descend du Marguareis, les entame et permet d'observer la répétition d'une assise conglomératique et calcaire qui, faiblement inclinée au Nord-Est, forme relief à Riou Frei Supérieur (1500 m), aux granges de Camp Boaire vers 1440 m, enfin à l'aval, vers 1200 m d'altitude. La barre inférieure avait été datée par J. Boussac qui y signale *Nummulites perforatus* de Montf., *N. brongniarti* d'Arch. et Haime, et des Orthophragmines. Aux formes ci-dessus il faut ajouter *Assilina exponens* Sow. qui joue un rôle important dans la région. Le niveau se poursuit vers le Sud jusqu'au Val Mérignan où fut recueillie, en outre, *N. striatus* Brug.

Cette série inférieure se complète vers le haut par un Flysch noir qui supporte un pli déversé à mince cœur de Sénonien. J. Boussac (*loc. cit.*, *fig.* 41) faisait de ce Crétacé la base d'une imbrication.

Le Nummulitique transgressif formant le flanc normal du pli nous a fourni *N. aturicus* Jol. et Leym. et *Assilina exponens* Sow. Cette barre est à son tour suivie par un Flysch noirâtre sur lequel revient, à Riou Frei Supérieur, une nouvelle série débutant encore par le Sénonien et comportant, ensuite, des bancs calcaires, avec galets roulés, dont la base est riche en *Nummulites aturicus* Jol. et Leym. alors que leur partie supérieure contient *Num. lucasi* Defr., *N.* cf. *incrassatus* de la Harpe et des Discocyclines. Le Crétacé supérieur du pied de cette barre avait échappé à Boussac qui tendait à voir dans les calcaires la suite « auversienne » de la série de Camp Boaire. Il y citait *N. aturicus* et *N. brongniarti*.

En fait, la coupe de cette vallée nous montre trois barres dont la base est chaque fois sénonienne et dont le Nummulitique est à rapporter partout au Lutétien moyen ou supérieur. Toutefois dans la barre la plus élevée, la faune ne paraît pas comporter d'Assilines.

3. *Massif de l'Arpetto.* — Ce massif, dominant la rive gauche de la Roya 17 km au Sud des gisements précédents, comporte un socle de Crétacé terminé par le Sénonien pélagique sur lequel repose, en transgression, le Nummulitique où M. Lanteaume a trouvé *N. helveticus* Kaufm. et *N. globulus* Leym. C'est du Lutétien, inférieur aux couches à Assilines.

4. *Dans le massif de l'Aution*, entre Roya et Vésubie, le Sénonien se termine par un mince horizon à *Microcodium* raviné par l'Eocène. Il s'agit là de Nummulitique moyen à *N. brongniarti* d'Arch. et Haime, *N. aturicus* Jol. et Leym. (= *perforatus* de Montf.) et *Assilina exponens* Sow. Au versant du massif qui domine le bassin de la Vésubie (Vallée de Coda) la base du Nummulitique a fourni *N. atacicus* Leym. et *N.* cf. *globulus* Leym.

5. *Le massif du Tournairet*, plus occidental, est largement coiffé de grès

d'Annot qui reposent sur un Flysch priabonien. Au versant nord, la base du Tertiaire est formée par une trentaine de mètres de calcaires et conglomérats à *N. aturicus* Jol. et Leym. remaniées, et *N. striatus-contortus*. Elle appartient au Lutétien supérieur et se trouve aussi séparée du Sénonien par quelques mètres de couches à *Microcodium*.

Au versant sud du massif, notamment au Col de l'Abeille, la base du Nummulitique est datée du Lutétien inférieur par *N. atacicus* Leym. et *N. globulus* Leym.

Les localités et les faunes citées appellent quelques remarques. Au Marguareis, le Nummulitique appartient à l'Eocène supérieur. Si le Flysch calcaire qui accompagne et supporte les calcaires bleus priaboniens s'avère encore Nummulitique, il s'agira ici d'un type totalement inconnu plus au Sud et apparenté aux faciès du Briançonnais où, par contre, nos calcaires bleus à petites Nummulites n'ont pas été observés. Nous ne connaissons pas encore les rapports tectoniques du Marguareis avec le Flysch noir charrié qui constitue la série du Col de Tende. La base de ce Flysch est bourrée de *N. brongniarti* et *N. aturicus* du Lutétien moyen ou supérieur mais n'a pas fourni d'Assilines. D'après les géologues italiens cette série vient d'assez loin au Nord. A l'Ouest du Col de Tende, sa base repose sur un substratum, apparemment autochtone, où le Nummulitique n'est représenté que par un mince horizon bartonien, à *N. striatus* Brug. et *Discocyclina* (Fort du Morgon).

Si ces régions septentrionales posent, comme on le voit, encore des problèmes tectoniques, la série inférieure du Rio Freddo et tous les autres gisements mentionnés ici relèvent certainement de l'autochtone.

Les données nouvelles que nous apportons confirment l'extension vers l'Ouest du Golfe de Vintimille récemment établie ([2]) et nous portent à en accroître un peu la largeur, notamment quant à son bord nord, à l'Aution et au Tournairet. Il paraît intéressant, de souligner que les dépôts de ce golfe sont caractérisés par l'association d'*Assilina exponens* aux Nummulites, alors que le Lutétien du Flysch charrié du Col de Tende, dépendant d'un bassin primitivement situé plus au Nord, ne paraît pas en avoir comporté.

ENDOCRINOLOGIE. — *Mesure de l'activité physiologique de la glande thyroïde.* Note de MM. **Robert Courrier**, **François Morel**, Mme **Andrée Colonge** et Mlle **Simone André**.

Dans le sang, l'iode inorganique se répartit entre le plasma et les globules, tandis que l'iode organique (hormone thyroïdienne) reste dans le plasma. Après injection d'iodure de sodium marqué à un animal, le rapport radioactivité des hématies/radioactivité du plasma, mesuré en fonction du temps, permettra d'apprécier l'activité thyroïdienne. Il s'agit d'un critère fidèle pouvant servir au dosage de la thyréostimuline.

Les critères utilisés pour apprécier l'activité de la thyroïde restent laborieux ou peu précis. La pénétration de l'iode dans la glande, mesurée par la radioactivité, ne représente qu'un premier stade qui peut s'effectuer alors que la fonction essentielle, c'est-à-dire l'élaboration d'hormone, est abolie ([1]). De toute évidence, ce qui mesure le plus fidèlement son activité physiologique, c'est la quantité d'hormone que la thyroïde libère dans la circulation à chaque instant; c'est, en d'autres termes, la vitesse de *renouvellement* de la fraction *organique* de l'iode sanguin. La mesure en apparaît possible par l'utilisation de l'iode radioactif comme indicateur. Mais il est indispensable de séparer les fractions iodées organique et inorganique du sang. La paroi des hématies vient alors en aide à l'expérimentateur. Dès 1944, en effet, F. Joliot, R. Courrier, A. Horeau et P. Süe ([2]) ont signalé qu'après injection d'iodure de sodium marqué à un animal, la radioactivité se répartit entre le plasma et les globules, tandis qu'après administration de thyroxine marquée, la radioactivité reste cantonnée dans le plasma : la paroi des globules est imperméable à l'iode organique.

Si nous injectons de l'iode radioactif sous forme d'iodure à un animal, il se partagera entre les globules et le plasma sanguins, mais une partie pénétrera dans la thyroïde et en ressortira à l'état organique, qui n'entrera plus dans les globules. Si nous mesurons alors, en fonction du temps, la radioactivité du plasma d'une part (iode inorganique + iode organique) et celle des hématies d'autre part (iode inorganique seul), il nous sera possible d'apprécier l'intensité de la sécrétion d'hormone thyroïdienne par les variations du rapport radioactivité des hématies/radioactivité du plasma (H/P).

Cette technique a été récemment utilisée chez l'Homme par White ([3]) qui a obtenu des résultats encourageants. Nous rapportons ici des observations faites chez différentes espèces animales et dans divers états physiologiques.

L'iode radioactif est injecté sous forme d'iodure de sodium à la dose de 10 microcuries par 100 g de poids corporel, dans la veine de l'oreille chez le Lapin, sous la peau chez le Cobaye et le Rat. Du sang est ensuite prélevé à des temps donnés par ponction cardiaque chez le Cobaye, dans la veine de l'oreille chez le Lapin, par ponction rétroorbitaire chez le Rat. Ce sang (de 0,3 à 0,5 cm^3) est aussitôt centrifugé; des échantillons de plasma et d'hématies sont pesés (100 mg environ) et évaporés à sec; leur radioactivité totale est mesurée, puis ramenée au milligramme. Le rapport **H/P** est ainsi calculé.

Le tableau I donne un exemple numérique chez le Lapin.

([1]) Nous avons démontré qu'un antithyroïdien (aminothiazol) ne s'oppose pas à la pénétration de l'iode dans la glande, mais à la synthèse des substances actives (*C. R. Soc. Biol.*, **139**, 1945, p. 278).

([2]) *C. R. Soc. Biol.*, **138**, 1944, p. 325 et *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 769.

([3]) *J. Labor. and Clin. Medi.*, **41**, 1953, p. 516.

TABLEAU I.

Variation du rapport $\frac{H}{P}$ chez un lapin normal de 2,5 kg.

Délai après injection de $I^{131}Na$.	1 h.	2 h 30.	5 h.	10 h.	24 h.	48 h.
$\frac{H}{P}$	0,66	0,47	0,32	0,20	0,11	0,10

Immédiatement après l'injection de l'iodure marqué, le rapport oscille entre 0,60 et 0,65; ces valeurs correspondent à l'ordre de grandeur du coefficient de partage de l'iodure entre les hématies et le plasma [Scott et coll. (4)]. Ensuite, le rapport s'abaisse progressivement pour atteindre une valeur minimale d'équilibre tendant vers 0,10 en un ou deux jours selon les animaux. L'iode organique circulant se *renouvelle* donc en 24 ou 48 h chez le Lapin normal.

Nous avons ensuite étudié le rapport chez des Cobayes de différents âges. Il est admis que le jeune Cobaye, pesant moins de 200 g, présente une activité thyroïdienne fort réduite. Nous avons comparé, chez des Cobayes jeunes ou adultes, les valeurs du rapport H/P, mesurées 5 h et 24 h après l'injection de l'iodure radioactif.

TABLEAU II.

Cobayes.	Poids moyen.	Nombre d'animaux.	$\frac{H}{P}$ (moyennes) (5 h).	(24 h).
jeunes	175	4	0,60	0,44
adultes	410	3	0,62	0,33

Le tableau II donne la moyenne des résultats. On constate que l'activité thyroïdienne est effectivement plus faible chez l'animal jeune, mais qu'elle est loin d'être négligeable. Il nous a semblé que la présente méthode n'était pas à conseiller pour doser quantitativement la thyréostimuline chez le Cobaye jeune.

Nous nous sommes adressés enfin au Rat normal ou hypophysectomisé. Le rapport H/P a été recherché 20 h après l'injection d'iodure marqué. Après ce délai, le rat normal nous a fourni des valeurs variant de 0,12 à 0,16. Chez le Rat hypophysectomisé depuis 5 mois, le rapport, mesuré dans les mêmes conditions, n'est jamais descendu au-dessous de 0,60; ce qui révèle l'absence totale de formation d'iode organique chez un tel animal. La thyréostimuline (T. S. H.) agit alors fort bien. Une préparation fournie par l'Organisation mondiale de la Santé a été utilisée; 20 mg ont été injectés sous la peau en 6 fois dans l'espace de 3 jours; le rapport s'est alors abaissé jusqu'à 0,18, atteignant presque la valeur enregistrée chez le Rat normal; l'action stimulante subsistait encore partiellement une semaine après l'injection, comme le montre le tableau III.

---

(4) *Proc. Soc. exp. Biol. and Médic.*, **76**, 1951, p. 595.

TABLEAU III.

Action de la thyréostimuline sur le raport $\frac{H}{P}$ *chez un Rat hypophysectomisé depuis* 5 mois.

Date de l'épreuve.	Poids du Rat (g).	Traitement.	$\frac{H}{P}$ (après 20 h).
jour 0...........	157	néant	0,64
» 20...........	155	néant	0,645
» 28...........	151	20 mg T. S. H. en 3 j	0,18
» 35...........	154	néant	0,34

Ces résultats préliminaires indiquent que la mesure du rapport de la radioactivité des hématies à celle du plasma (H/P) constitue un critère simple et fidèle de la fonction thyroïdienne chez l'animal. Ce test pourrait servir pour le dosage biologique de l'hormone thyréotrope chez le Rat hypophysectomisé.

ENDOCRINOLOGIE. — *Reproduction par l'adrénaline de l'action de la folliculine sur le plumage des Gallinacés.* Note de M. **Christian Champy** et Mlle **Maryse Demay**.

Nous avons précédemment montré que l'on peut obtenir, dans le tractus génital de femelles castrées, des développements caractéristiques de l'action de folliculine, en agissant directement sur les tissus par les intermédiaires chimiques (adrénaline et acétylcholine) dont la sécrétion paraît très diminuée par l'atrésie des cellules des ganglions périphériques et de leurs prolongements qui suit, comme l'a montré Coujard, la suppression des hormones.

L'extension d'une telle démonstration était rendue difficile par la difficulté de faire pénétrer les intermédiaires chimiques localement dans les tissus un peu compacts, et par leur rapide destruction quand on les injecte dans le sang ou sous la peau.

Dans les expériences antérieures, nous avions reproduit l'action excitante, l'action *d'hormone* de la folliculine. Mais on sait que cette substance a, dans certains cas, une action inhibitrice (action de chalone de Schäfer), notamment sur le plumage des Oiseaux mâles qu'elle ramène au type féminin à croissance ralentie et différente.

Après divers essais avec des techniques diverses qui ont donné seulement des indications assez peu précises, nous avons été amenés à injecter une solution d'adrénaline à 1/1000e, additionnée d'un peu d'acide ascorbique dans le bulbe même des plumes ou à sa base. Rappelons que dans les expériences précédentes, l'acide ascorbique s'était montré le meilleur antioxydant prolongeant l'action locale de l'adrénaline. C'en est pour ainsi

dire le protecteur physiologique comme le montrent les expériences de Ratsimamanga et comme l'indique son abondance dans la zone réticulée de la surrénale (Giroud et Leblond) (1) où il ne peut être excrêté que dans les capillaires qui vont à la médullaire.

Les résultats ont montré que, sous la peau (à hypoderme très lâche) des Oiseaux, il y avait une certaine diffusion. Les plumes dont le bulbe a été piqué sont plus modifiées que les autres, mais des plumes assez éloignées du point injecté peuvent être aussi modifiées, surtout dans la région à peau très mobile de la poitrine. Il y a eu une seule injection; nous avons choisi des coqs de race Phénix. L'injection est naturellement faite au niveau de bulbes plumaires en voie de croissance, et le résultat observé après que les plumes sont complètement développées.

Les plumes dont les bulbes ont été injectés et aussi d'autres, plus éloignées, qui étaient en voie de croissance, ont manifesté un changement de structure et de couleur en *barre transversale* de 1 à 3 cm, selon la vitesse de croissance des diverses plumes, que nous savons variable avec les catégories. Cette barrure reproduit exactement le type féminin de la variété : virage au roux clair des plumes noires du ventre, disparition des barbes dorées des lancettes qui s'élargissent et prennent des barbes barbulées gris piqueté du type femelle.

En bref, cette modification est parfaitement identique à celle que l'on obtient avec une injection générale d'une seule dose de folliculine dont nous avons précédemment (2) étudié en détail les effets. Les faucilles (noires) se tachent de jaune, ce qui est aussi le résultat que l'on obtient avec une injection moyenne de folliculine. Le Camail n'est pas modifié sensiblement, mais c'est, dans toutes les expériences, lui qui se montre le moins sensible à la folliculine, surtout chez la race Phénix.

Ainsi, comme dans le cas de l'action de la folliculine sur le tractus génital de la femelle de Cobaye castrée, le phénomène est reproduit par l'action directe de l'adrénaline.

Il faut songer que la rapide destruction de l'adrénaline dans les tissus fait que des doses très faibles ont dû parvenir au but, c'est-à-dire au bulbe plumaire. Mais le système adrénalinergique de la plume, étudié par Coujard (3), lui-même très petit, n'en peut produire aussi qu'une quantité infinitésimale.

En tous cas, dans cet exemple comme dans ceux précédemment étudiés, l'action locale de l'intermédiaire chimique du système sympathique reproduit bien l'action générale de l'hormone.

---

(1) *Archives d'Anatomie microscopique*, 1934.

(2) *Archives d'Anatomie microscopique*, 3, n° 2, 1935, p. 145; *Bull. Biol. de France et de Belgique*, 69, fasc. 4, 1935, p. 439.

(3) *Bull. Biol. de France et de Belgique*, 77, fasc. 1, 1943.

BIOLOGIE DES INSECTES. — *L'entraide dans l'exploitation de l'aliment chez les Insectes. Les exploitations dirigées* (syntrophies subordonnées). Note de M. **Émile Roubaud**.

Différents exemples sont donnés chez les Insectes de *syntrophies subordonnées* ou d'exploitations alimentaires dépendant de l'activité d'un dirigeant primaire qui ouvre l'accès de la provende au bénéfice d'associés secondaires, inaptes eux mêmes à son exploitation.

Beaucoup d'insectes qui ne sont pas pourvus des moyens nécessaires pour exploiter par eux-mêmes les ressources alimentaires d'un milieu donné, y parviennent pourtant en utilisant secondairement les conditions adjuvantes créées par un exploitant direct, mieux doué à cet effet.

Divers exemples peuvent être donnés d'exploitations associées, où l'on voit un exploitant primaire ouvrir l'accès de la provende aux inaptes qui l'entourent et leur procurer ainsi l'aide indispensable pour tirer parti de ressources importantes qui normalement leur échapperaient. Sous cette acception générale, nous dénommerons *synthrophies subordonnées* toutes exploitations liées, chez les Insectes, à l'activité d'un dirigeant primaire, qui en est la clé.

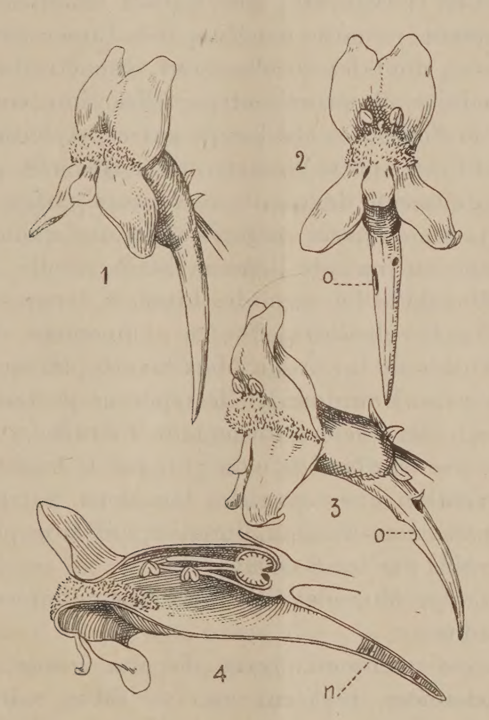
Nous présenterons ci-après quelques exemples de ces processus d'entraide ou d'exploitation dirigée, à bénéfice unilatéral, ce qui les différencie des symbioses.

Je rappellerai tout d'abord le cas des Coléoptères ravageurs des graines d'Arachides en coques, que j'ai autrefois étudiés (1) dans les magasins du Sénégal. Une faune variée d'exploitants secondaires parvient à s'entretenir aux dépens de ces graines oléagineuses, alors que l'enveloppe desséchée de la gousse intacte suffirait à les protéger de toute atteinte. Les dégâts ne sont possibles que si la coque est lésée, en particulier à la faveur de la minime perforation pratiquée par un petit termite, l'*Eutermes parvulus*, porte-clé de l'association des destructeurs. Dans certains cas de Myrmécophilie, observés par Chodat au Paraguay, on verra de même un Hyménoptère chalcidien (*Eurytoma*) créer par son intervention sur certaines plantes, à la fois la logette réactionnelle nourricière et l'orifice d'entrée qui en permettra l'accès aux fourmis exploitantes.

Sur le corps des bestiaux, dans les pâturages, s'établissent communément des associations curieuses entre certaines mouches non piqueuses (*Musca autumnalis*, *Hydrotœa*, *Morellia*) et des mouches piqueuses vraies (*Tabanus*, *Stomoxys*, *Hæmatobia* etc.). Quoique dépourvues de moyens propres à percer

(1) *Ann. Mém. Comité d'Études Hist. Scientif. A.O.F.*, 1, 1916, p. 363-436.

la peau, les premières parviennent cependant à se nourrir de sang, en exploitant les gouttelettes produites par les piqûres des secondes, agissant comme dirigeants primaires. Ainsi se réalise, chez des mouches lécheuses banales, un premier mode d'accès au régime hémophage, habituellement l'apanage d'insectes très spécialisés par leur armement buccal piqueur.



1 : *Linaria vulgaris* Mill. Fleur à éperon normal; 2 et 3 : éperon présentant des perforations ou orifice de ponction O créés par les Bourdons; 4 ; coupe sagittale de la fleur montrant le dépôt nectarifère, *n*, au fond de l'éperon.

L'utilisation des miellats de Pucerons par les Fourmis, les Abeilles, les Mouches, etc. peut être également rapportée à une modalité particulière de Syntrophie subordonnée. L'Hémiptère, qui représente ici l'exploitant primaire est seul pourvu d'une trompe perforante lui permettant de ponctionner les tissus végétaux et d'aspirer la sève. Quant aux associés secondaires ils subordonnent leur exploitation à celle des excreta riches en glucides que libère l'intestin du dirigeant. Des Insectes syntrophiques variés participent au bénéfice de cette alimentation préparée, en particulier les abeilles qui chargent souvent leurs rayons de « miel de Pucerons » après élaboration particulière du miellat. Les fourmis qui comptent parmi les adeptes rituels de cette syntrophie, la dirigent et la développent à

leur gré, en transportant les exploitants primaires sur les plantes favorables, phénomène bien connu depuis P. Huber, Ch. Darwin, Sir J. Lubbock etc.

Des associations syntrophiques non moins expressives s'observent en étudiant le comportement des Bourdons (*Bombus*) et des Abeilles domestiques ou sauvages dans l'exploitation de certaines fleurs. Bien des auteurs, depuis P. Huber, Ch. Darwin etc., ont signalé l'artifice particulier dont usent les *Bombus* pour se procurer le nectar de la Linaire jaune, de l'Ancolie, du Trèfle rouge, etc., dont les corolles sont trop étroites pour leur permettre de s'y introduire. Ils procèdent par effraction, en perforant directement la base de la fleur. Les abeilles et autres exploitants subordonnés mettent alors à profit cette porte d'entrée artificielle créée par les Bourdons, pour exploiter, en deuxième degré, des ressources parfois importantes [2].

Chez la Linaire jaune (*Linaria vulgaris* Mill.) une quantité considérable de nectar s'accumule au fond de l'éperon de la corolle (*fig.* 4). On peut constater qu'au début de la floraison des Linaires, lorsque les éperons sont encore intacts (*fig.* 1) les abeilles s'efforcent, vainement, de butiner par la voie normale de l'entrée de la corolle. Mais bientôt, lorsque sous les visites réitérées et brutales des Bourdons [3], les éperons portent de nombreuses perforations (*fig.* 2-3), les abeilles s'orientent d'emblée vers elles, visitant les fleurs préparées par les *Bombus*, non plus par le haut, mais par le bas. Ainsi, sous l'intervention dirigeante des bourdons, se réalise l'éducation rapide des récolteuses, dans le sens d'une exploitation plus facile par les voies artificielles créées par les *Bombus*.

D'autres exploitants, Muscides, Fourmis, Lépidoptères etc., peuvent se joindre aux Apides.

Ces « exploitations communautaires dirigées » que représentent les Syntrophies subordonnées, réalisent une véritable redistribution de la matière alimentaire parmi les populations d'Insectes. L'Homme lui-même en bénéficie, puisque les Pucerons et les *Bombus*, auxiliaires dirigeants des abeilles, apportent aux exploitations apicoles un concours souvent précieux.

ANATOMIE DYNAMIQUE. — *L'ontogénie des Fougères actuelles démontre-t-elle qu'elles ont été constituées de télomes modifiés au cours de leur évolution ?* Note de M. **Paul Becquerel.**

L'ontogénie de la Fougère mâle, comme celle des autres Fougères Leptosporangiées, démontre par leur embryogénie et leur anatomie dynamique, qu'elles n'ont jamais été constituées par un agencement d'axes télomiques. Elles sont formées de phyllorhizes et de phylles engendrées successivement par les cellules spéciales d'un massif initial issu de l'œuf, qui se renouvelle sans cesse pendant leur vie.

---

[2] Pour Ch. Darwin (1882) les abeilles pratiqueraient elles-mêmes les orifices. Je ne l'ai jamais constaté.

[3] Parfois aussi des *Xylocopa* (Du Petit Thouars).

Nous avons montré ici (¹) qu'en raison du métamorphisme des premiers sédiments, on ne retrouvera pas les fossiles des premières plantes vasculaires et que les Rhyniacées n'en ont jamais représenté l'origine. L'embryogénie et l'anatomie dynamique des Fougères actuelles, spécialement de la Fougère mâle, et de celles cultivées par Vladesco vont-elles nous apporter des preuves de l'hypothèse télomique ? Nous avons repris nos expériences de cultures pures que nous avions réalisées à la température de 25° C en 1931 (²). Nous avons encore assisté à la germination des spores au bout d'une semaine, à la production de prothalles cordiformes avec leurs rhizoïdes. Sous leurs coussinets les anthéridies et les archégones se sont développées. Étudiées au microscope, à tous leurs stades, *nous n'avons jamais observé d'axes, d'agencement d'axes, ni de ramifications dichotomiques constituant l'haplothalle gamétophytique.* Dès que les archégones mûres furent fécondées par les anthérozoïdes, nous avons encore suivi au microscope trois mois après l'ensemencement la constitution du sporophyte dans les premiers stades. A la suite des six à sept bipartitions de la cellule œuf au noyau diploïde, nous avons vu se constituer un *diplothalle embryonnaire globoïde* dont les cellules n'étaient pas encore différenciées. A ce moment, dans la moitié de l'embryon aux deux pôles opposés sont apparues deux cellules initiales prenant plus d'importance que les autres, au pôle supérieur une initiale terminale donnant les tissus méristématiques de la première phylle, au pôle inférieur une initiale subterminale tétraédique produisant les tissus indifférenciés de la première rhize. La Fougère naissante était ainsi une phyllorhize primitive, comme l'avait découverte Gustave Chauveaud (³) portant à son flanc le massif initial issu de l'œuf qui lui avait donné naissance. La phylle verte avait une partie supérieure libre, la feuille, une partie inférieure la caule ayant encore le pied, sorte de suçoir engagé dans le prothalle, enfin une rhize incolore servant à puiser les liquides minéralisés. Ici remarquons-le, il n'y avait pas d'initiales de tige, ni de pied, comme les anciens auteurs classiques l'avaient indiqué : La phyllorhize continuant à se différencier donna son système vasculaire avec ses parties foliaires, caulaires, rhizaires. Au deuxième stade, par le même mécanisme de la bipolarité, le massif initial qui a été soulevé par l'allongement de la première caule, différencie deux cellules spéciales, l'une supérieure terminale produisant la deuxième feuille, l'autre inférieure subterminale la deuxième rhize. Alors se manifeste un phénomène capital, la coalescence d'une partie de la deuxième caule s'ajoutant à une partie de la première caule. C'est la formation de la tige. Comme la deuxième

---

(¹) *Comptes rendus*, **238**, 1954, p. 312.

(²) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1268.

(³) *Comptes rendus*, **158**, 1914, p. 343.

caule en s'allongeant aussi a soulevé le massif initial d'où elle dérive. *le massif initial de latéral est devenu central terminal*; *c'est pour cela que les auteurs ignorant son origine, l'ont appelé méristème terminal de la tige* et ont cru qu'avec la bipartition de certaines initiales, il lui donnait naissance.

Aux stades suivants, production analogue d'une troisième phyllorhize sur le massif initial, puis d'une quatrième, le massif initial plus complexe occupant le centre terminal d'où naissent les phyllorhizes dont les caules accroissent la tige. Chaque phyllorhize nouvelle est nettement de plus en plus grande et différenciée, tandis que les nouvelles rhizes augmentent aussi un peu de dimension. Le système vasculaire de chaque nouvelle phyllorhize plus complexe se met toujours en rapport par des vaisseaux spéciaux avec le système vasculaire de la phyllorhize précédente, *si bien que le système vasculaire général de la plante se trouve constitué par l'ensemble des systèmes vasculaires des phyllorhizes composantes*. Je n'ai pu suivre le développement que jusqu'à la quatrième phyllorhize. D'autre part, j'ai constaté un nouveau fait important expliquant que les rhizes à un moment du développement de la plante peuvent manquer. Cela dépend du milieu et des conditions physiologiques. Quand les prothalles sont submergées, ce qui est arrivé dans plusieurs de mes cultures, l'initiale subterminale du massif initial ne se développe pas et les phyllorhizes ne sont plus que des phylles successives. C'est un phénomène qui se produit dans certaines Cryptogames vasculaires et dans certaines Phanérogames.

L'œuvre du regretté A. Vladesco ([1]) confirme toujours ces résultats ainsi que ceux de Gustave Chauveaud. Seulement, employant les coupes à la paraffine il a corrigé quelques points de détail sur l'embryogénie de l'œuf. Il a reconnu comme nous-même que les *cellules embryonnaires issues de l'œuf sont équipotentielles jusqu'à la sixième bipartition*, puisque les sections cultivées des embryons à ce stade les régénéraient. Il a vu aussi qu'il n'y avait pas d'initiale de tige quand celle-ci est déjà formée par l'union des deux premières caules des deux premières phyllorhizes. Il a cru voir une initiale de tige, lorsque le massif initial, au stade du début de la formation de la troisième phyllorhize, de latéral devient central terminal pour engendrer chaque nouvelle phyllorhize, mais nous venons d'expliquer cette illusion. Enfin, il a montré qu'il est facile de suivre la formation des Fougères leptosporangiées par le massif initial jusqu'à la quinzième phyllorhize complète. Mais il y a mieux, pour les plus anciennes Fougères, les Ophioglosses, *les phyllorhizes restent complètes pendant toute la durée de la vie de la plante que leur ensemble constitue*. Quant aux sporanges,

---

([1]) *Recherches sur l'Ontogénie des Fougères Leptosporangiées*, *Thèse*, 1934, Paris, 1934.

ce ne sont pas des télomes, ils sont issus d'une cellule épidermique de la feuille. *Leur pédicelle n'a pas de système vasculaire.*

Maintenant on pourrait nous dire, comme le font beaucoup de morphologistes actuels, que la formation de la Fougère, phyllorhize par phyllorhize engendrée successivement par un massif initial qui se renouvelle sans cesse est une ingénieuse théorie, *mais nous avons la preuve expérimentale du contraire.* Vladesco, par l'ablation complète du massif initial de la deuxième phyllorhize, a montré que les deux phyllorhizes ne pouvant plus le régénérer, étaient dans l'impossibilité d'en produire une troisième. La Fougère était arrêtée à ce stade. Cette expérience cruciale renverse cette objection courante que la phyllorhize est le phyton de Gaudichaud ou l'anaphyton de Velenowski remis à neuf. Ces auteurs n'ont jamais soupçonné que c'était le massif initial qui les construisait et que leur système vasculaire particulier subissait une évolution. Il en est de même de la théorie de Zimmermann qui construit la plante avec des axes issus les uns des autres, les télomes pour chaque organe ayant tous la même homologie, alors que c'est le massif initial en se régénérant sans cesse qui continue à former les unités morphologiques et anatomiques réelles de la Fougère, les phyllorhizes dont l'ontogénie nous a été révélée par l'anatomie dynamique.

M. **Manne Siegbahn** adresse en hommage à l'Académie un Ouvrage édité à l'occasion du soixante-cinquième anniversaire de sa naissance et intitulé : *Manne Siegbahn*, 1886-3-XII-1951.

M. **Gottlieb Flückiger** adresse en hommage à l'Académie la troisième édition française de l'Ouvrage qu'il a publié en collaboration avec M. Ed. von Waldkirch : *Législation fédérale sur les mesures à prendre pour combattre les épizooties. Commentaires à la Loi fédérale sur les mesures à prendre pour combattre les épizooties du* 13 *juin* 1917 *et à l'Ordonnance d'exécution de cette loi du* 30 *août* 1920.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Auguste Chevalier** : *Archives des recherches agronomiques et pastorales au Viet-Nam.* N° 18. *Les plantes médicinales du Cambodge, du Laos et du Viet-Nam.* Tome II. *Caprifoliacées à Plantaginacées*, par Alfred Petelot. N° 19. *Compte rendu des travaux du Centre d'expérimentation agronomique de Blao en* 1950-1951-1952, par Adolphe Chavancy, J. Lanfranchi et André Guinard. N° 20. *La culture du thé en Indochine*, par André Guinard.

COMMISSIONS.

A la majorité des suffrages, MM. **Jacques Hadamard**, **Louis de Broglie**, **Joseph Pérès**, pour la Division des Sciences mathématiques; **Maurice Javillier**, **Charles Mauguin**, **Léon Binet**, pour la Division des Sciences physiques, sont élus Membres de la Commission qui, sous la Présidence de M. le Président de l'Académie, dressera une liste de candidats à la place d'Associé étranger vacante par le décès de M. *Maurice Lugeon*.

DÉSIGNATIONS.

La **Section de Botanique** est désignée pour représenter l'Académie au **VIIIe Congrès international de Botanique**, qui se tiendra à Paris, du 2 au 14 juillet 1954.

M. **Charles Laubry** est désigné pour représenter l'Académie au **IIe Congrès mondial de Cardiologie**, qui se tiendra à Washington, le 12 septembre 1954.

CORRESPONDANCE.

M. **Clément Bressou** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *Emmanuel Leclainche*.

M. **Léon Moret** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section des Membres non résidants, par le décès de M. *Eugène Bataillon*.

L'**Association de Volcanologie** annonce les Réunions qu'elle tiendra à l'occasion de la Dixième Assemblée générale de l'**Union géodésique et géophysique internationale**, à Rome, du 14 au 29 septembre 1954, et invite les Membres de l'Association à faire connaître leurs propositions éventuelles pour l'ordre du jour de ces Réunions.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Conseil général des Pyrénées-Orientales. *In mémoriam..., François Arago*, 1853-1953.

2° *Les Prix Nobel en* 1952.

3° LOUIS CHAUVOIS. *A propos du IVe Centenaire de la mort de Michel Servet. Sa place dans l'histoire de l'Anatomie.*

4° *A Genetic and Neuropsychiatric Investigation of a North-Swedish Population with special regard to schizophrenia and mental deficiency*, by JAN A. BÖÖK (Thèse, Uppsala).

5° *Chromium*, n° 101 de *Ciba Review* (Monographie historique du chrome où figurent les portraits de divers Membres de l'Académie dont Vauquelin et Berthier).

6° *The Indian Pharmaceutical Codex*. Vol. I. *Indigenous Drugs*, by B. MUKERJI.

7° KEITH SWAINGER. *Analysis of deformation*. Vol. I. *Mathematical Theory*.

8° Université de Paris. *Les Conférences du Palais de la Découverte*. Série A, nos 186, 187, 188.

9° *The Chartered mechanical Engineer*. (*The Journal of the Institution of mechanical Engineers*). Vol. I, n° 1.

ALGÈBRE ET THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Systèmes de coordonnées relationnels* II. *Applications à la théorie des groupes de Kaloujnine*. Note de M. **JACQUES RIGUET**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Cette Note comprend trois paragraphes. Les deux premiers précisent et complètent une Note antérieure [1]. Dans le troisième on définit et l'on étudie la notion de groupe de Kaloujnine en utilisant les résultats précédents.

1. Précisons les propriétés des systèmes de projecteurs associés [1]. Soit $\mathfrak{T}$ un ensemble fini de projecteurs deux à deux permutables sur un ensemble E. On pose

$$P_0 = \coprod_{P \in \mathfrak{T}} P, \qquad \hat{P} = \bigcap_{\substack{T \in \mathfrak{T} \\ T \neq P}} \overset{-1}{T}\, T \cap \overset{-1}{P}\, P_0, \qquad \check{P} = \overline{\bigcup_{\substack{T \in \mathfrak{T} \\ T \neq P}} \overset{-1}{T}\, T \cap \overset{-1}{P}\, P_0}.$$

On dit que $\mathfrak{T}$ est un système de projecteurs axiaux (resp. planaires) si, quel que soit $P \in \mathfrak{T}$, $\overset{-1}{P}\, P$ et $\overset{-1}{\hat{P}}\, \hat{P}$ $\left(\text{resp. } \overset{-1}{P}\, P \text{ et } \overset{-1}{\check{P}}\, \check{P}\right)$ sont deux équivalences surconjuguées.

Alors si $\mathfrak{T}$ est un système de projecteurs axiaux, $\hat{\mathfrak{T}}$ est un système de projec-

[1] Elles avaient seulement été esquissées à la fin de notre Note : *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2369.

teurs planaires, si $\mathfrak{Q}$ est un système de projecteurs planaires, $\check{\mathfrak{Q}}$ est un système de projecteurs axiaux et l'on a $\mathfrak{Q} = \hat{\mathfrak{P}} \Leftrightarrow \mathfrak{P} = \check{\mathfrak{Q}}$. Si ceci est vérifié, on dit que $\mathfrak{P}$ et $\mathfrak{Q}$ sont associés (²).

2. Soit $\mathcal{R}$ et $\mathcal{S}$ un système de directions de plans et un système de directions d'axes associés, repérés biunivoquement pour la commodité de l'écriture par un ensemble d'indices I, de manière que $S_i = \hat{R}_i$, $R_i = \check{S}_i$. Soit $J \subset I$. Posons

$$R_J = \bigcap_{i \in J} R_i, \qquad S_J = \overline{\bigcup_{i \in J} S_i}.$$

On montre alors que $R_J = S_{J'}$, d'où l'on déduit (³)

$$R_J \cap R_K = R_{J \cup K}; \qquad R_J R_K = R_{J \cap K}; \qquad R_0 = S_I = E \times E;$$
$$S_J S_K = S_{J \cup K}, \qquad S_J \cap S_K = S_{J \cap K}, \qquad S_0 = R_I = \Delta.$$

en particulier R_J et S_J sont surconjugués.

Étant donné un groupe de permutations $\mathcal{G}$ de E, nous dirons qu'il est $\mathcal{R}$-direct lorsque $\mathcal{G} \subset \bigcap_{i \in I} \mathfrak{A}(R_i)$ (⁴)

3. Étant donnés les systèmes $\mathcal{R}$ et $\mathcal{S}$ du paragraphe 2 on dira qu'ils sont ordonnés si l'on a défini entre les éléments de $\mathcal{R}$ une relation d'ordre total. On peut alors supposer que cet ordre est donné par l'identification de I avec l'intervalle de nombres entiers $[1, n]$. Nous poserons $I_i = [1, i]$.

Étant donné $\mathcal{G}$, groupe de permutations de E, on dira que $\mathcal{G}$ est un *groupe de Kaloujnine* par rapport à $\mathcal{R}$ lorsque $\mathcal{G} \subset \bigcap \mathfrak{A}(R_{I_i})$.

LEMME. — *Soient* R *et* S *deux équivalences surconjuguées et soit* $\Sigma \in \mathfrak{A}(R) \cap \mathfrak{A}(T)$, T *étant une équivalence contenant* R. *Alors* $(S \cap R\Sigma) \in \mathfrak{A}(T) \cap \mathfrak{T}(S)$, $(R \cap \Sigma S) \in \mathfrak{T}(R)$, $(R \cap S\Sigma) \in \mathfrak{T}(R)$ *et* $\Sigma = (S \cap R\Sigma)(R \cap S\Sigma) = (R \cap \Sigma S)(S \cap \Sigma R)$.

En s'appuyant sur ce lemme on montre que tout groupe de Kaloujnine est identique à un certain produit complet, tout produit complet étant un groupe de Kaloujnine (⁵). On peut alors retrouver les résultats cités en (¹) en utilisant uniquement la technique du calcul des relations binaires. En particulier si l'on

---

(²) On montre alors que $P = \prod_{\substack{Q \in \mathfrak{Q} \\ Q \supset \hat{P}}} Q$.

(³) Autrement dit, $\mathcal{R}$ et $\mathcal{S}$ engendrent le même treillis qui est une algèbre de Boole isomorphe à $\mathfrak{P}(I)$

(⁴) On désigne par $\mathfrak{A}(R)$ resp. $\mathfrak{T}(R)$ le groupe d'automorphisme, resp. le groupe d'inertie de R.

(⁵) Pour la définition des produits complets *voir* M. KRASNER, L. KALOUJNINE, *Acta Scientiarum Hung.*, 13, 1950, p. 208-230; 14, 1951, p. 39-66; 14, 1951, p. 69-82.

pose

$$\Sigma^i = S_{I_i} \cap R_{I_i}\Sigma, \qquad {}^i\Sigma = R_{I_i} \cap S_{I_i}\Sigma$$

on a

$$\Sigma = \Sigma^1(R_{I_1} \cap S_{I_1}\Sigma^2)\ldots(R_{I_{n-1}} \cap S_{I_{n-1}}\Sigma) = (S_{I_1} \cap R_{I_1}\Sigma)\ldots(S_{I_{n-1}} \cap R_{I_{n-1}}{}^2\Sigma)^1\Sigma.$$

Si $\mathcal{G}^i$ (resp ${}^i\mathcal{G}$) sont les ensembles parcourus par les Σ^i (resp ${}^i\Sigma$) quand Σ parcourt $\mathcal{G}$ ce sont deux groupes isomorphes respectivement à $\mathcal{G}/\mathcal{G} \cap \mathfrak{G}(R_{I_i})$, $\mathcal{G}/\mathcal{G} \cap \mathfrak{G}(S_{I_i})$.

Dans une publication ultérieure nous développerons ceci et introduirons la notion de système de directions symétrique.

THÉORIE DES GROUPES. — *Représentations induites des groupes de Lie semi-simples complexes.* Note de M. **François Bruhat**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Soit G un groupe de Lie semi-simple complexe connexe non-exceptionnel [1], $\mathfrak{g}$ son algèbre de Lie, $\mathfrak{h}$ une sous-algèbre de Cartan de $\mathfrak{g}$, $\mathbf{h}_1, \ldots, \mathbf{h}_l$, $\mathbf{e}_\alpha$, $\mathbf{e}_{-\alpha}$, ..., une base de Weyl de $\mathfrak{g}$ associée à $\mathfrak{h}$ [2] : α décrit Σ, système des racines de $\mathfrak{g}$ suivant $\mathfrak{h}$, positives pour l'ordre lexicographique de $\mathfrak{h}$ défini par $\mathbf{h}_1, \ldots, \mathbf{h}_l$; soient $\alpha_1, \ldots, \alpha_l$ les racines positives simples. Soit $H = \exp \mathfrak{h}$; si $h \in H$, les $\mathbf{e}_\alpha$ sont des vecteurs propres de ad h : on pose ad $h(\mathbf{e}_\alpha) = h(\alpha)\mathbf{e}_\alpha$, $h(\alpha)$ scalaire complexe; on a $h(\alpha) = \exp \alpha(\mathbf{h})$ si $h = \exp \mathbf{h}$. Soit $\mathfrak{n}$ la sous-algèbre de $\mathfrak{g}$ engendrée par les $\mathbf{e}_\alpha$ avec $\alpha \in \Sigma$; on pose $\mathfrak{r} = \mathfrak{h} + \mathfrak{n}$, $N = \exp \mathfrak{n}$ et $\Gamma = HN = \exp \mathfrak{r}$: Γ est un sous-groupe fermé résoluble maximal de G.

Soit $\hat{H}$ le normalisateur de H : $\hat{H}/H$ est un groupe *fini* (groupe de Weyl de G). Si $x \in \hat{H}$, ad x conserve $\mathfrak{h}$, y induit une rotation (relativement à la forme de Killing), non triviale si $x \notin H$ et qui permute entre elles les racines [3]. On peut démontrer par des vérifications explicites sur les quatre grandes classes de groupes simples le :

Lemme. — *Toute double classe* mod Γ *dans* G *rencontre* $\hat{H}$ *: par suite il n'y a qu'un nombre fini de telles doubles classes; elles correspondent biunivoquement aux éléments du groupe de Weyl de* G.

2. Nous allons appliquer aux représentations de G induites par une représentation de dimension 1 de Γ les résultats de nos Notes précédentes [4].

---

(1) i. e. dont la décomposition locale en produit de groupes simples ne fait intervenir que des structures classiques : cette hypothèse n'est d'ailleurs utile que pour la démonstration du lemme.

(2) H. Weyl, *Math. Z.*, 24, 1925, p. 328-395.

(3) F. Gantmacher, *Math. Sbornik*, 1939, p. 101-144, *voir* p. 129-137.

(4) *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1478 (Note B I) et 238, 1954, p. 38 (Note B II); on trouvera dans (B II) la définition de $\rho_\Gamma(x)$ et de la représentation $V_r(\xi)$.

Soit $x \in \hat{H}$: on pose $\Sigma_x = \Sigma \cap {}^t\mathrm{ad}\,x^{-1}(\Sigma)$, $\Gamma_x = \Gamma \cap x\Gamma x^{-1}$, $N_x = N \cap x N x^{-1}$. On montre que $\Gamma_x = HN_x$ et que les mesures de Haar à droite d_Γ et d_{Γ_x} sur Γ et Γ_x sont données par

$$d_\Gamma(hn) = \prod_{\alpha \in \Sigma} |h(\alpha)|^2 \, d_H(h)\, d_N(n) \qquad (h \in H,\ n \in N),$$

$$d_{\Gamma_x}(hn) = \prod_{\alpha \in \Sigma_x} |h(\alpha)|^2 \, d_H(h)\, d_{N_x}(n) \qquad (h \in H,\ n \in N_x).$$

Par suite $\rho_\Gamma(h) = \prod_{\alpha \in \Sigma} |h(\alpha)|^2$ et $\rho_{\Gamma_x}(h) = \prod_{\alpha \in \Sigma_x} |h(\alpha)|^2$ pour $h \in H$, et l'on montre facilement que $\rho_\Gamma(h)\rho_\Gamma(x^{-1}hx) = \rho_{\Gamma_x}(h)^2$.

Soit $V = \Gamma x \Gamma x^{-1}$: l'espace tangent (réel) à V en e est un sous-espace complexe de $\mathfrak{g}$ et contient $\mathfrak{r}$. On peut donc trouver des racines $\beta_1, \ldots, \beta_s \in \Sigma$ $\left(\text{donc avec } \beta_k = \sum b_{ik}\alpha_i, \text{ les } b_{ik} \text{ étant des entiers } \geqq 0\right)$, telles que les dérivations invariantes à droite associées aux $\mathbf{e}_{-\beta_i}$ et les dérivations conjuguées forment au voisinage de e une base des dérivations normales à V : on en déduit que les sous-représentations de dimension 1 de $V_r(\xi)$ restreinte à H, sont de la forme :

$$(1) \qquad h \to \prod_{k=1}^{s} h(\beta_k)^{-p_k}\,\overline{h(\beta_k)}^{-q_k} = \prod_{i=1}^{l} |h(\alpha_i)|^{-2\sum q_k b_{ik}}\, h(\alpha_i)^{-\sum (p_k - q_k) b_{ik}}$$

les p_k et les q_k étant des entiers positifs.

3. Soit χ une représentation unitaire de dimension 1 de Γ :

$$\chi(hn) = \prod_{i=1}^{l} |h(\alpha_i)|^{m_i + \sqrt{-1}\tau_i}\, h(\alpha_i)^{-m_i} \qquad \text{pour} \quad h \in H, \quad n \in N,$$

les m_i étant des entiers et les τ_i des nombres réels. Soient $x \in \hat{H}$ et σ la rotation $\mathrm{ad}\,x$ dans $\mathfrak{h}$: on a $\alpha_j(\sigma(h)) = \sum \sigma_{ij}\alpha_i(h)$, les σ_{ij} étant des entiers, donc

$$(2) \qquad \chi(h)\,\overline{\chi(x^{-1}hx)} = \prod_{i=1}^{l} |h(\alpha_i)|^{m_i - \sum \sigma_{ij} m_j + \sqrt{-1}\left(\tau_i - \sum \sigma_{ij}\tau_j\right)}\, h(\alpha_i)^{-m_i + \sum \sigma_{ij} m_j}.$$

On montre alors que (1) et (2) ne peuvent être égaux que si χ est invariante par σ : on déduit alors des théorèmes de (B II) le :

THÉORÈME. — *Si χ restreinte à H n'est invariante par aucune des rotations du groupe de Weyl de G distinctes de l'identité, la représentation induite U^χ de G est irréductible. Si χ_1 et χ_2 sont deux représentations de Γ qui, restreintes à H, ne se déduisent pas l'une de l'autre par une rotation du groupe de Weyl, U^{χ_1} et U^{χ_2} ne sont pas équivalentes.*

On retrouve ainsi pour « presque toutes » les représentations de la « série principale » des groupes classiques l'irréductibilité démontrée sans restrictions par d'autres méthodes par Gelfand et Naimark ([5]).

4. Reprenons les hypothèses et notations de nos Notes (B I) et (B II), mais en ne supposant plus la représentation α de Γ nécessairement unitaire : soit $\mathcal{O}^{\lambda}$ l'espace des fonctions f_{λ} ; supposons qu'il existe sur $G \times G$ une distribution K telle que $(f_{\lambda}, g_{\lambda}) \to \int f(x)\overline{g(y)}\,d\mathrm{K}(x, y)$ définisse sur $\mathcal{O}^{\lambda}$ un produit scalaire permettant de prolonger la représentation U_0^{α} définie par la translation à droite sur $\mathcal{O}^{\lambda}$ en une représentation unitaire notée encore U^{α} : on peut montrer que les théorèmes 1 et 2 de (B II) sont encore valables, ce qui permet d'obtenir un résultat analogue au théorème du n° 3 pour la « série complémentaire » des groupes classiques ([6]). Dans les cas ou U_0^{α} se prolonge en une représentation continue U^{α} dans un Banach (par exemple si G/Γ est compact, donc pour G semi-simple, Γ résoluble maximal), on obtient des conditions suffisantes pour que le commutant de U^{α} soit réduit aux scalaires.

Enfin on peut généraliser les résultats de (B II) au cas où α est une représentation de dimension finie Γ, en remplaçant la condition « $\alpha(\xi)\overline{\beta(x^{-1}\xi x)}$ contenue dans $\mathrm{V}_r(\xi)$ » par « $\alpha(\xi)\otimes\overline{{}^t\beta(x^{-1}\xi x)}$ et $\mathrm{V}_r(\xi)$ n'ont pas de composantes irréductibles communes » : ceci nous sera utile dans l'étude des représentations induites des groupes semi-simples réels.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les anneaux d'opérateurs dans les espaces hilbertiens*. Note de M. **Jacques Dixmier**, présentée par M. Gaston Julia.

Certaines propositions connues, mais de démonstrations assez longues, sont obtenues rapidement avec quelques résultats nouveaux. Les mêmes méthodes peuvent s'appliquer dans d'autres parties de la théorie. On se borne, pour simplifier, au cas où les espaces hilbertiens considérés sont séparables.

Notations. — Soit $\mathcal{A}$ un anneau d'opérateurs dans l'espace H : 1° Si $x, y \in \mathrm{H}$, on pose $\omega_{x,y}(\mathrm{T}) = (\mathrm{T}x, y)$ pour $\mathrm{T} \in \mathcal{A}$; $\omega_{x,x} = \omega_x$; 2° Soit K un espace hilbertien; l'application $\mathrm{T} \to \mathrm{T} \otimes 1$ est un isomorphisme normal ([1]) [appelé ampliation ([2])] de $\mathcal{A}$ sur un anneau d'opérateurs $\mathcal{A} \otimes 1$ dans l'espace hilbertien $\mathrm{H} \otimes \mathrm{K}$ (qui s'identifie à une somme hilbertienne d'espaces H); 3° Soit E′ un projecteur de $\mathcal{A}'$; l'application $\mathrm{T} \to \mathrm{T}_{\mathrm{E}'}$ ([3]) est un homomorphisme normal

---

([5]) I. Gelfand et M. Naimark, *Trudy Inst. Math. Steklov*, 36, 1950, p. 1-150.

([6]) I. Gelfand et M. Naimark, *loc. cit.*

([1]) J. Dixmier, *Bull. Soc. Math. France*, 81, 1953, p. 9.

([2]) R. Pallu de la Barrière, *Bull. Soc. Math. France*, 82, 1954 (sous presse).

([3]) F. J. Murray et J. von Neumann, *Ann. Math.*, 37, 1936, p. 116.

(appelé induction) de $\mathcal{A}$ sur l'anneau d'opérateurs $\mathcal{A}_{E'}$; 4° Si $x \in H$, les Tx, $T \in \mathcal{A}$, engendrent un sous-espace vectoriel fermé $\mathfrak{M}_x^{\mathcal{A}}$ de H : $E_x^{\mathcal{A}} = P_{\mathfrak{M}_x^{\mathcal{A}}}$; 5° $\mathcal{A}$ est semi-fini s'il existe sur $\mathcal{A}$ une trace normale fidèle telle que tout élément non nul de $\mathcal{A}^+$ majore un élément non nul de $\mathcal{A}^+$ de trace finie.

PROPOSITION 1. — *Soit φ une forme linéaire positive normale sur $\mathcal{A}$. Il existe une suite d'éléments (x_i) de H, avec $\Sigma \| x_i \|^2 < +\infty$ et $\varphi = \Sigma \omega_{x_i}$.*

Il existe [1] deux suites (y_i), (z_i) dans H telles que $\varphi = \Sigma \omega_{y_i, z_i}$. Donc il existe un espace hilbertien K et $y, z \in H \otimes K$ avec $\varphi = \omega_{y,z} \circ \Phi$, Φ étant l'ampliation de $\mathcal{A}$ sur $\mathcal{A} \otimes 1$. Or, $4\omega_{y,z} \leq \omega_{y+z, y+z}$ entraîne l'existence de $x \in H \otimes K$ avec $\omega_{y,z} \circ \Phi = \omega_x \circ \Phi$.

PROPOSITION 2. — *Tout homomorphisme normal Φ de $\mathcal{A}$ sur un anneau d'opérateurs $\mathcal{B}$ est de la forme $\Phi_3 \circ \Phi_2 \circ \Phi_1$, Φ_1 étant une ampliation, Φ_2 une induction, Φ_3 un isomorphisme spatial* [généralise un résultat de [2]].

On se ramène aisément au cas où $\mathcal{B}$ possède un élément générateur x. Alors, $\varphi = \omega_x \circ \Phi$ est normale sur $\mathcal{A}$. Il existe (prop. 1) une ampliation Φ_1 de $\mathcal{A}$ sur $\mathcal{A}_1$ (anneau d'opérateurs dans H_1) et un $x_1 \in H_1$ tels que $\varphi = \omega_{x_1} \circ \Phi_1$; x_1 est générateur pour $\mathcal{A}_2 = (\mathcal{A}_1)_{E_{x_0}^{\mathcal{A}_1}}$; soit Φ_2 l'induction de $\mathcal{A}_1$ sur $\mathcal{A}_2$. On a

$$\omega_x \circ \Phi = \omega_{x_1} \circ \Phi_2 \circ \Phi_1,$$

et x (resp. x_1) est générateur pour $\mathcal{B}$ (resp. $\mathcal{A}_2$). On applique un théorème classique sur les $\star$-algèbres.

PROPOSITION 3. — *Soient E, F des projecteurs de $\mathcal{A}$, E′, F′ leurs supports centraux. S'il existe x générateur pour $\mathcal{A}_E$, y séparateur pour $\mathcal{A}_F$, et si $E' \geq F'$, on a $E \succ F$.*

Grâce à la comparabilité des projecteurs, on se ramène au cas où $F \geq E$, auquel cas $F' = E'$; x est générateur pour $\mathcal{A}_F$; donc $E_x^{\mathcal{A}_F} = F \succ E_y^{\mathcal{A}_F}$; donc [3] $E \geq E_y^{\mathcal{A}_E} \succ E_y^{\mathcal{A}_F} = F$.

PROPOSITION 4. — *Soit $\mathcal{A}$ (resp. $\mathcal{B}$) un anneau d'opérateurs dans H (resp. K). S'il existe x (resp. y) générateur et séparateur pour $\mathcal{A}$ (resp. $\mathcal{B}$), tout isomorphisme Φ de $\mathcal{A}$ sur $\mathcal{B}$ est spatial* [*cf.* [4]].

Il existe (prop. 2) un anneau d'opérateurs $\mathcal{C}$, des projecteurs E′, F′ de $\mathcal{C}'$, de support central 1, tels que $\mathcal{A}$ s'identifie à $\mathcal{C}_{E'}$, $\mathcal{B}$ à $\mathcal{C}_{F'}$, Φ à $T_{E'} \to T_{F'}$. On a (prop. 3) $E' \prec F'$ et $F' \prec E'$, donc $E' \sim F'$. Donc Φ est réalisé par un opérateur partiellement isométrique de $\mathcal{C}'$.

PROPOSITION 5. — *Un anneau d'opérateurs semi-fini est standard* [2] *si et seulement si il possède un élément générateur et séparateur* [*cf.* [2] et [5]].

La nécessité est facile (utilisant l'involution qui échange un anneau standard et son commutant). Si $\mathcal{A}$ est semi-fini, la représentation régulière droite de $\mathcal{A}$ définit un isomorphisme de $\mathcal{A}$ sur un anneau standard [[2] et [1]] qui possède un élément générateur et séparateur. On applique la proposition 4.

---

[4] E. L. GRIFFIN, *Bull. Amer. Math. Soc.*, 58, 1952, p. 480.
[5] I. E. SEGAL, *Ann. Math.*, 57, 1953, p. 401.

PROPOSITION 6. — *S'il existe z séparateur pour $\mathfrak{A}$, toute forme linéaire positive normale φ sur $\mathfrak{A}$ est une forme ω_x* [généralise un résultat de (6)].

On sait que φ définit canoniquement un homomorphisme Φ de $\mathfrak{A}$ sur une $\star$-algèbre d'opérateurs $\mathfrak{B}$ dans K, et un $t \in$ K. générateur pour $\mathfrak{B}$, avec $\varphi = \omega_t \circ \Phi$. Comme φ est normale, Φ est normal et $\mathfrak{B}$ est un anneau d'opérateurs (1). On se ramène aisément au cas où z est générateur et φ fidèle. Alors, Φ est un isomorphisme et t est séparateur pour $\mathfrak{B}$. Donc Φ est spatial (prop. 4).

PROPOSITION 7. — *Soit $x \in$ H. Alors $E' = E_x^{\mathfrak{A}}$ est abélien (resp. fini, semi-fini, proprement infini, purement infini) si et seulement si $E = E_x^{\mathfrak{A}'}$ est abélien (resp. fini, semi-fini, proprement infini, purement infini)* [*cf.* (7)].

Par considération de $(\mathfrak{A}_E)_{E'}$, on se ramène au cas où x est générateur et séparateur pour $\mathfrak{A}$. On applique la proposition 5.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la structure des tenseurs isotropes et des tenseurs de révolution.* Note de M. **JEAN-JACQUES MOREAU**, présentée par M. Henri Villat.

L'auteur démontre, par de simples calculs d'algèbre tensorielle, que tout tenseur isotrope est un polynome tensoriel en ε et δ.

Dans de précédentes Notes (1), nous avons donné un catalogue des tenseurs isotropes à deux ou trois dimensions, pour les ordres usuels, ainsi que des tenseurs de révolution. De même que dans les études antérieures de Cisotti et de ses continuateurs (2), nous nous étions appuyés, pour dresser ce catalogue, sur des considérations d'invariance particulières à chacun des ordres. On arrive de la sorte à la présomption qu'un tenseur isotrope d'ordre quelconque doit pouvoir se représenter par une combinaison linéaire de tenseurs élémentaires obtenus eux-mêmes par multiplication tensorielle de symboles ε et δ.

La démonstration de ce théorème de structure peut être rattachée à la théorie algébrique des invariants du groupe orthogonal, fondée sur l'identité de Capelli (3), théorie assez longue et délicate. La tentative de démonstration de Pastori (4), basée sur le décompte des paramètres est très insuffisante. Les

(6) H. A. DYE, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 72, 1952, p. 243.

(7) I. KAPLANSKY, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 485.

(1) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1734 et 231, 1950, p. 1028.

(2) CISOTTI, *Atti dei Lincei*, 11, 1930, p. 727, 917 et 1055; CALDONAZZO, *Atti dei Lincei*, 15, 1932, p. 842. *Voir* également : JEFFREYS, *Methods of Mathematical Physics*, Cambridge, 1931. Pour le décompte du nombre de tenseurs isotropes indépendants, *voir* RACAH, *Atti dei Lincei*, 17, 1933, p. 386.

(3) *Voir* H. WEYL, *The Classical Groups*, Princeton, 1939.

(4) *Atti dei Lincei*, 12, 1930, p. 374 et 499.

raisonnements divers employés par ailleurs dans ce domaine sont souvent viciés par une confusion entre la dépendance algébrique et la dépendance fonctionnelle.

Nous donnons ici une démonstration simple et élémentaire du théorème, en nous bornant au cas de trois dimensions. Les coordonnées sont orthonormales.

1° Pour que le tenseur $T_{ijk\ldots}$ d'ordre n, soit isotrope, il faut et il suffit que la forme multilinéaire

$$L = T_{ijk\ldots}\, a_i b_j c_k \ldots$$

reste invariante lorsque les n vecteurs a_i, b_j, c_k, ... subissent un même déplacement infinitésimal.

$$da_i = \varepsilon_{imp}\,\omega_m a_p\, dt$$

et cela, quel que soit le vecteur rotation ω_m. Comme

$$dL = T_{ijk\ldots}[(da_i)\, b_j c_k \ldots + a_i(db_j)\, c_k \ldots + a_i b_j (dc_k) \ldots + \ldots]$$

on en tire une *condition nécessaire et suffisante d'isotropie*

$$(1) \qquad \varepsilon_{pmi} T_{pjk\ldots} + \varepsilon_{pmj} T_{ipk\ldots} + \varepsilon_{pmk} T_{ijp\ldots} + \ldots = 0.$$

2° Procédons alors par récurrence : admettant que tout tenseur isotrope d'ordre $n-1$ ou $n-2$ s'écrit par combinaison des symboles ε et δ, on va l'établir pour l'ordre n.

$T_{ijk\ldots}$ étant supposé isotrope, multiplions (1) par ε_{mis}. En tenant compte des règles de calcul des ε on obtient

$$(2) \qquad 2T_{sjk\ldots} + T_{jsk\ldots} - \delta_j^s T_{iik\ldots} + T_{kjs\ldots} - \delta_k^s T_{iji\ldots} + \ldots = 0.$$

Dans cette égalité apparaissent, à côté du tenseur $T_{sjk\ldots}$, des tenseurs déduits de celui-là en permutant l'indice s avec un autre indice, ainsi que des tenseurs contractés, donc isotropes d'ordre $n-2$. Par ailleurs on écrit

$$T_{sjk\ldots} - T_{jsk\ldots} = \delta_{sj}^{ip} T_{ipk\ldots} = \varepsilon_{msj}\varepsilon_{mip} T_{ipk\ldots}.$$

Comme $\varepsilon_{mip} T_{ipk\ldots}$ est un tenseur isotrope d'ordre $n-1$, on en déduit, en représentant par (ε, δ) une combinaison de symboles ε et δ,

$$T_{jsk\ldots} = T_{sjk\ldots} + (\varepsilon, \delta).$$

Si l'on tient compte de $n-2$ autres relations analogues à la précédente, l'égalité (2) prend finalement la forme

$$(n+1)\, T_{sjk\ldots} + (\varepsilon, \delta) = 0$$

qui définit bien la structure de $T_{sjk\ldots}$.

Le calcul est déjà valable pour $n=2$. Comme un tenseur d'ordre zéro, c'est-à-dire un scalaire, est essentiellement isotrope et qu'un tenseur d'ordre 1, c'est-à-dire un vecteur, est nul s'il est isotrope, le théorème est démontré.

3° Des raisonnements analogues permettent l'étude des tenseurs de révolution autour d'une direction de l'espace définie par un vecteur a_i. Ces tenseurs sont des combinaisons linéaires d'expressions tensorielles construites au moyen des symboles ε et δ et du vecteur a_i.

GÉOMÉTRIE. — *La connexion des variétés fibrées.* II.

Note (*) de M. **Shôshichi Kobayashi**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Les notations et les définitions sont celles de notre Note précédente [1]. Soit Ω_x un H-espace [2] des lacets différentiables par morceaux au point x d'une variété B. $f'\in\Omega_x$ est dit un *allongement* de $f\in\Omega_x$ (où f est un *accourcissement* de f'), s'il existe des nombres $t_i\in I\,(i=0, 1, 2, 3)$ tels que $t_1 \leqq t_2 \leqq t_3$ et des fonctions continues différentiables par morceaux :

$$\varphi_1:\ [0, t_1]\to[0, t_0];\qquad \psi_1:\ [0, t_0]\to[0, t_1];$$
$$\varphi_2:\ [t_3, 1]\to[t_0, 1];\qquad \psi_2:\ [t_0, 1]\to[t_3, 1];$$
$$\varphi_3:\ [t_1, t_2]\to[t_2, t_3];\qquad \psi_2:\ [t_2, t_3]\to[t_1, t_2];$$

qui satisfont aux cinq conditions suivantes :

(1) φ_i, $\psi_i\,(i=1, 2)$ sont des fonctions croissantes et φ_3, ψ_3 sont des fonctions décroissantes.

(2) $\varphi_j\circ\psi_j$, $\psi_j\circ\varphi_j\,(j=1, 2, 3)$ sont des fonctions identiques.

(3) $f\circ\varphi_1=f'$ sur $[0, t_1]$ (ou $f=f'\circ\psi_1$ sur $[0, t_0]$).

(4) $f\circ\varphi_2=f'$ sur $[t_3, 1]$ (ou $f=f'\circ\psi_2$ sur $[t_0, 1]$).

(5) $f'\circ\varphi_3=f'$ sur $[t_1, t_2]$ (ou $f'=f'\circ\psi_3$ sur $[t_2, t_3]$).

2. Deux lacets $f, f'\in\Omega_x$ sont dits équivalents, s'il existe un nombre fini de lacets $f=f_0, f_1, \ldots, f_{m-1}, f_m=f'$, $f_i\in\Omega_x$, tels que f_{i-1} est un allongement ou un accourcissement de $f_i\,(i=1, \ldots, m)$. L'espace quotient par cette relation d'équivalence, noté $\tilde{\Omega}_x$, est un groupe topologique, muni de loi de multiplication induite de composition de Ω_x. Il n'est pas difficile de voir que deux lacets équivalents $f, f'\in\Omega_x$ déterminent le même élément de groupe d'holonomie Ψ_x d'une variété fibrée E(B, π, F, G) à connexion infinitésimale. Ainsi, à toute connexion de E correspond, d'une manière unique, une classe d'équivalence de la représentation de $\tilde{\Omega}_x$ dans G.

3. En utilisant la notion de déplacement parallèle on obtient le

Théorème I (théorème d'équivalence). — *Pour que deux variétés fibrées* E(B, π, F, G) *et* E'(B, π', F, G) *soient équivalentes, il faut et il suffit qu'il existe une connexion* Γ *de* E *et une connexion* Γ' *de* E' *qui donnent la même classe d'équivalence de la représentation de* $\tilde{\Omega}_x$ *dans* G.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

(1) *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 318.

(2) *Cf.* J.-P. Serre, *Ann. Math.*, 54, 1951, p. 474.

Puisque le déplacement parallèle détermine la connexion, on peut démontrer le

THÉORÈME 2 (théorème d'existence). — *Étant données deux variétés* B *et* F *et une classe d'équivalence de la représentation* χ *de* $\tilde{\Omega}_x$, $x \in$ B, *dans un groupe de Lie opérant sur* F, *il existe une variété fibrée* E(B, π, F, G) *et une connexion de* E *qui donne* χ.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur une propriété de la loi de Gauss-Laplace.* Note (*) de M. **Eugène Lukacs**, présentée par M. Émile Borel.

Soient $X_1, X_2, \ldots, X_n$ des variables aléatoires indépendantes obéissant à la même loi de Gauss-Laplace et désignons par $g(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ une fonction univoque et mesurable des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ satisfaisant à la condition

$$(1) \qquad g(x_1 - a, x_2 - a, \ldots, x_n - a) = g(x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

On sait alors que les variables aléatoires $\theta = g(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ et $\theta' = \sum_{j=1}^{n} X_j$ sont aussi indépendantes [1]. Si au lieu d'une seule fonction $g(X_1, \ldots, X_n)$ on considère k fonctions $g_1(X_1, X_2, \ldots, X_n), \ldots, g_k(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ satisfaisant à la condition (1) alors on voit de même façon que l'ensemble de ces fonctions est indépendant de θ'.

Dans cette Note nous démontrons le réciproque :

Désignons par $g_s(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, $s = 1, 2, \ldots (n-1)$, des fonctions satisfaisant à la condition (1) et supposons que le système d'équations

$$(2) \qquad g_s(y_1, y_2, \ldots, y_{n-1}, 0) = z_s, \qquad s = 1, 2, \ldots, (n-1)$$

a une solution

$$(3) \qquad y_s = h_s(z_1, z_2, \ldots, z_{n-1}) \qquad [s = 1, 2, \ldots, (n-1)],$$

tel que les $h_s(z_1, z_2, \ldots, z_{n-1})$ sont des fonctions réelles univoques et mesurables. Soient $X_1, X_2, \ldots, X_n$ des variables aléatoires indépendantes, telles que les variables aléatoires $g_s(X_1, X_2, \ldots, X_n)$, $s = 1, 2, \ldots, (n-1)$, soient indépendantes de la somme $\sum_{j=1}^{n} X_j$. Les variables $X_1, X_2, \ldots, X_n$ obéissent alors à des lois de Gauss-Laplace ayant la même dispersion.

Supposons que l'ensemble des variables aléatoires $g_s(X_1, X_2, \ldots, X_n)$, $s = 1, 2, \ldots, n-1$, est indépendant de la variable aléatoire $\theta_n = \sum_{j=1}^{n} X_j$. En vue

(*) Séance du 18 janvier 1954.

[1] J. F. Daly, *Ann. Math. Stat.*, **17**, 1946, p. 71-74.

de la relation (1) on peut dire que les variables aléatoires

$$\theta_s = g_s(X_1 - X_n, \ldots, X_{n-1} - X_n, 0) \qquad [s = 1, 2, \ldots, (n-1)]$$

sont indépendantes de la variable aléatoire θ_n. Mais alors tout système des fonctions univoques et mesurables des $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_{n-1}$ est indépendant de θ_n. En particulier, l'ensemble des fonctions $h_s(\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_{n-1})$, $s = 1, 2, \ldots, n-1$, est indépendant de la variable aléatoire θ_n.

Il s'ensuit, d'après (2) et (3), que l'ensemble des variables aléatoires $X_1 - X_n$, $X_2 - X_n, \ldots, X_{n-1} - X_n$ est indépendant de la somme $X_1 + X_2 + \ldots + X_n$. Mais alors la fonction caractéristique $E\left\{e^{i\sum_{s=1}^{n-1} u_s(X_s - X_n) + it\sum_{j=1}^{n} X_j}\right\}$ est le produit de deux fonctions, l'une des variables $u_1, u_2, \ldots, u_{n-1}$, l'autre de la variable t, soit

$$E\left\{e^{i\sum_{s=1}^{n-1} u_s(X_s - X_n) + it\sum_{j=1}^{n} X_j}\right\} = E\left\{e^{i\sum_{s=1}^{n-1} u_s(X_s - X_n)}\right\} E\left\{e^{it\sum_{j=1}^{n} X_j}\right\}.$$

Soit k un entier tel que $1 \leq k \leq n$ et posons $u_s = 0$ si $s \neq k$, on voit alors aisément que

$$E\left\{e^{iu(X_k - X_n) + it(X_k + X_n)}\right\} = E\left\{e^{iu(X_k - X_n)}\right\} E\left\{e^{it(X_k + X_n)}\right\}.$$

Cela veut dire que les variables aléatoires $X_k - X_n$ et $X_k + X_n$ sont indépendantes. Un théorème de G. Darmois [2] entraîne alors que les variables aléatoires X_k et X_n obéissent à des lois de Gauss-Laplace. Comme la corrélation entre $X_k - X_n$ et $X_k + X_n$ est zéro, ces lois ont nécessairement la même dispersion.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Variations de pression statique dans un jet libre subsonique*. Note (*) de M. **Marcel Barat**, présentée par M. Joseph Pérès.

On considère habituellement que la pression statique d'un jet libre rectiligne en régime subsonique est constante et égale à la pression ambiante.

Nous avons réalisé une série d'expériences mettant en évidence des variations de pressions statiques dans une même section perpendiculaire aux lignes de courant.

De l'air mis en charge par un ventilateur centrifuge s'échappe d'une conduite cylindrique dans l'atmosphère (*fig.* 1).

La répartition des vitesses initiales est du type conduite longue

$$\frac{u}{U_m} = \left(\frac{y}{R}\right)^{\frac{1}{7}}.$$

---

(2) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1999.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

Le diamètre de la conduite est $D = 15$ cm, le nombre de Reynolds est $\mathcal{R} = (U_0 D/\nu) = 400\,000$, U_0 étant la vitesse moyenne initiale.

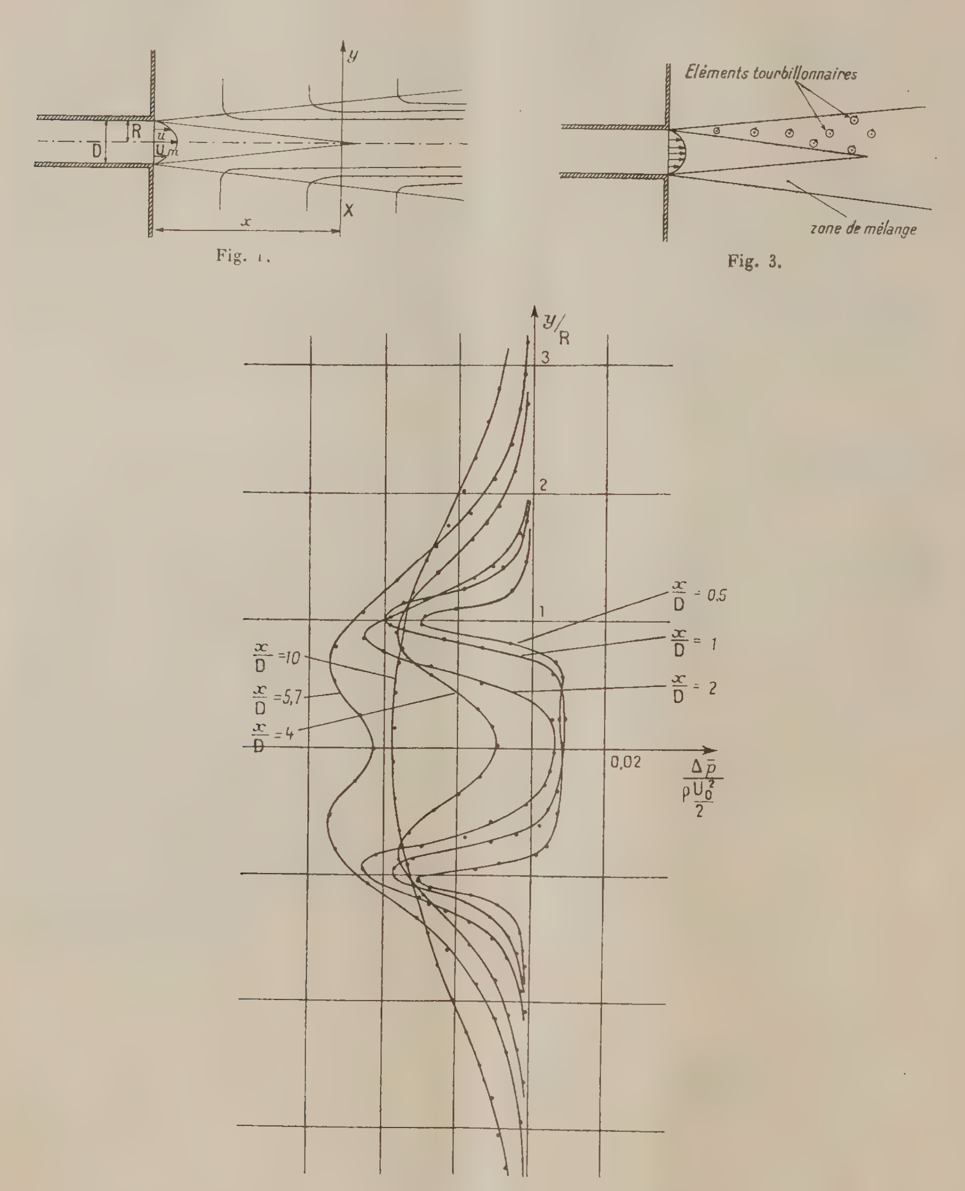


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2. — Répartition des pressions statiques.

Les pressions statiques sont relevées suivant des diamètres compris dans des sections X d'abscisses x.

La répartition de ces pressions suivant différentes sections est conforme à la figure 2, où $\overline{\Delta p}$ représente l'écart moyen par rapport à la pression atmosphérique p_0. Soit $\overline{\Delta p} = p_0 - \overline{p}$.

On remarquera que l'écart maximum $\overline{\Delta p}$ semble coïncider, dans une section donnée avec la surface initiale de discontinuité de vitesse. La pression statique $\overline{p}$ s'écarte notablement de la pression ambiante uniquement dans la zone de mélange. La légère surpression existant au sein du noyau central non perturbé semble constante jusqu'à la jonction des deux frontières intérieures.

Par ailleurs la variation maximum de $\overline{\Delta p}/(U_0^2/2)$ dans une section semble osciller autour d'une valeur moyenne égale à 0,04, valeur à peu près indépendante de la section considérée tout au moins jusqu'à des valeurs $x/D = 10$.

Un phénomène semblable a été observé dans le mélangeur d'une trompe à induction de révolution et dans un écoulement plan constitué par le sillage engendré par une plaque plane rectangulaire normale à un courant uniforme.

On peut admettre que la surface de discontinuité engendre une nappe de tores tourbillonnaires qui « essaiment » d'une façon imprévisible au sein de l'écoulement permanent (*fig.* 3).

L'hypothèse explicative la plus simple consiste à admettre que ces couches de « vortex » sont responsables des dépressions constatées et ceci dans la mesure où l'on considère chaque vortex comme un écoulement à énergie constante.

D'autre part, ces couches, dans une section donnée, garderaient une intensité maximum coïncidant avec la surface de discontinuité initiale.

Le spectre turbulent résulterait de l'action d'une multitude d'éléments tourbillonnaires et se superposerait à l'écoulement permanent. Dans ce cas on doit pouvoir mettre en évidence une corrélation parfaite entre les fluctuations des pressions statiques et les fluctuations de vitesse en un point donné.

Cette corrélation serait par ailleurs probablement peu sensible au schéma tourbillonnaire exact; la dépression moyenne constatée en un point restant liée à cette configuration qui dépend vraisemblablement du nombre de Reynolds caractérisant le jet initial.

On peut noter que le ralentissement de la vitesse moyenne provoqué par l'élargissement du jet semble sans effet immédiat sur les dépressions maximum constatées dans les différentes sections. Ceci semble confirmer l'hypothèse émise : chaque configuration de vortex, dont les éléments tourbillonnaires ont un amortissement très lent, conserve une influence sensiblement constante sur la pression statique.

AÉRODYNAMIQUE. — *Influence des accélérations sur la courbure des ondes de chocs. II. Écoulements plans.* Note (*) de M. **Henri Cabannes**, présentée par M. Joseph Pérès.

Une onde de choc est attachée à la pointe d'un obstacle animé d'un mouvement de translation rectiligne dans un gaz au repos; on détermine l'influence de l'accélération de l'obstacle sur l'écoulement du fluide et on calcule la courbure du choc à la pointe; les résultats sont comparés à ceux que l'on a obtenus dans le cas des écoulements de révolution [1].

Le plan est rapporté à deux axes de coordonnées rectangulaires Ox, Oy. L'obstacle admet Ox pour axe de symétrie et sa pointe S (qui décrit Ox) a pour abscisse $\xi(t)$; l'un des arcs aboutissant en S et limitant l'obstacle a pour équation $x=f(y)+\xi(t)$; nous posons $M=\xi'(t)/\bar{c}$ et $f'(0)=-\operatorname{cotg}\theta_s$. Nous supposons qu'une onde de choc d'équation $x=F(y, t)$ soit attachée à la pointe de l'obstacle. Nous désignons par u, v, ρ et p les composantes de la vitesse sur Ox et Oy, la densité et la pression; nous adoptons la valeur $k=7/5$ pour le rapport des chaleurs spécifiques. $\bar{\rho}$, $\bar{p}$ et $\bar{c}$ représentent la densité, la pression et la célérité du son avant le choc. Nous introduisons le nombre de Mach normal $\mathfrak{M}=\{1+(\partial F/\partial y)^2\}^{-1/2}(\partial F/\partial t)(1/\bar{c})$.

1. L'onde étant attachée, on a $F(0, t)=\xi(t)$. La théorie de la polaire de choc fait connaître la valeur de la dérivée première $(\partial F/\partial t)(0, t)=F_1(t)$. En dérivant les équations du choc, équations (1), par rapport à y et à t respectivement, en dérivant par rapport aux mêmes variables la condition de glissement du fluide sur l'obstacle, équation (2), et en tenant compte des équations du mouvement, équations (3), nous obtenons un système de quatorze équations. Les huit premières sont valables sur l'onde de choc, c'est-à-dire pour $x=F(y, t)$, les deux suivantes sur l'obstacle et les quatre dernières dans tout le fluide. Au point S, les quatorze équations sont valables et permettent de calculer les valeurs en ce point des quatorze quantités suivantes : les douze dérivées des quatre fonctions u, v, ρ, p par rapport à chacune des trois variables x, y, t, la dérivée $F'_1(t)$ et la dérivée $(\partial^2F/\partial t^2)(0, t)=F_2(t)$ [2].

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & u=\frac{5}{6}\,\frac{\dfrac{\partial F}{\partial t}}{1+\left(\dfrac{\partial F}{\partial y}\right)^2}\left(1-\frac{1}{\mathfrak{M}^2}\right), && \frac{\rho}{\bar{\rho}}=\frac{6\mathfrak{M}^2}{\mathfrak{M}^2+5},\\ & v=-u\frac{\partial F}{\partial y}, && \frac{p}{\bar{p}}=\frac{7\mathfrak{M}^2-1}{6}, \end{aligned}\right.$$

(*) Séance du 11 janvier 1954.

[1] *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 321.

[2] Pour le détail, *voir* le Rapport O. N. E. R. A. 4/1483 A.

$$(2)\qquad u - v.f'(y) = \xi'(t);$$

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{l} u_t + uu_x + vu_y + p_x : \rho = 0, \\ v_t + uv_x + vv_y + p_y : \rho = 0, \\ \rho_t + (\rho u)_x + (\rho v)_y = 0, \\ (p\rho^{-k})_t + u(p\rho^{-k})_x + v(p\rho^{-k})_y = 0. \end{array}\right.$$

2. Les résultats précédents font connaître en particulier le rapport des rayons de courbure $R(t)$ et $\mathcal{R}$ du choc et de l'obstacle au point S.

a. Lorsque l'accélération $\xi''(t)$ est nulle, on obtient

$$(4)\qquad \frac{R}{\mathcal{R}} = \frac{\sin^3\theta_S}{\sin^3\beta}\left\{\frac{6\mathfrak{M}_0^4}{25}\,\frac{9\mathfrak{M}_0^4+16\mathfrak{M}_0^2-1}{(\mathfrak{M}_0^2-1)^4} - \frac{9\mathfrak{M}_0^2}{25}\,\frac{(\mathfrak{M}_0^2+1)(\mathfrak{M}_2^0+5)}{(\mathfrak{M}_0^2-1)^3}\operatorname{tg}^2\beta\right\},$$

où $\mathfrak{M}_0$ désigne la valeur en S du nombre de Mach normal et $\operatorname{cotg}\beta = (\partial F/\partial y)(0, t)$. On retrouve sous une autre forme un résultat connu ; nous désignons par $f(\theta_S, M)$ la valeur commune des deux membres de la relation (4).

b. Lorsque l'accélération $\xi''(t)$ n'est pas nulle, on obtient

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{R(t)}{\mathcal{R}} = \dfrac{f(\theta_S, M)}{1 + \dfrac{\mathcal{R}\xi''(t)}{\bar{c}^2}g(\theta_S, M)}, \\[2ex] g = \dfrac{6}{5}\,\dfrac{\sin^3\theta_S}{\cos^2\beta}\,\dfrac{A - B\operatorname{tg}^2\beta}{\dfrac{\mathfrak{M}_0^2+1}{\mathfrak{M}_0^2-1} - \dfrac{\mathfrak{M}_0^2+5}{6\mathfrak{M}_0^2}\operatorname{tg}^2\beta}\,\dfrac{1}{\mathfrak{M}_0^2}, \\[2ex] A = \dfrac{3\mathfrak{M}_0^6 - 5\mathfrak{M}_0^4 - 43\mathfrak{M}_0^2 - 3}{5(\mathfrak{M}_0^2-1)^2}, \qquad B = \dfrac{(\mathfrak{M}_0^2+5)(\mathfrak{M}_0^2+9)}{10\mathfrak{M}_0^2(\mathfrak{M}_0^2-1)}. \end{array}\right.$$

La fonction $g(\theta_s, M)$ s'exprime en termes finis, tandis que, dans le cas des écoulements de révolution, ses valeurs ne pouvaient être obtenues que par intégration numérique d'un système d'équations différentielles. La fonction g est toujours infinie négative au moment où l'onde de choc s'attache au point S ; elle tend vers zéro par valeurs positives lorsque la vitesse augmente indéfiniment.

Dans le cas d'un obstacle terminé par un dièdre, la courbure du choc à la pointe est proportionnelle à l'accélération ; lorsque la vitesse croît, cette courbure change de signe en s'annulant à un certain moment. Les résultats sont analogues à ceux que nous avions obtenus, à l'aide de l'approximation linéaire, dans le cas des écoulements de révolution. Dans l'un et l'autre cas, la mesure de la courbure au sommet de l'onde attachée suffit pour déterminer l'accélération de l'obstacle et, par conséquent, la résultante du système des forces extérieures.

ASTRONOMIE. — *Sur la dissociation du noyau de la comète* 1947 XII. Note (*) de M. **Georges Guigay**, présentée par M. André Danjon.

Le noyau de la comète 1947 XII s'est dissocié au voisinage du périhélie en décembre 1947. Les observations de position relative des deux noyaux s'échelonnent entre le 10 décembre 1947 et le 20 janvier 1948. Nous nous sommes proposé de déterminer la vitesse du noyau secondaire par rapport au noyau principal au moment de la rupture.

Nous avons d'abord calculé les éléments (P) et (S) du noyau principal et du noyau secondaire : ces éléments rapportés à l'*équateur* et à l'équinoxe moyens 1950,0 sont les suivants :

$$(\mathrm{P})\left\{\begin{array}{l} \Omega = 314^\circ 36' 58'',8 \pm 18'',1, \\ i = 158^\circ 19' 35'',0 \pm 7'',7, \\ \omega = 170^\circ 49' 53'',9 \pm 20'',4, \\ q = 0,110032 \pm 0,000010, \\ e = 0,999548 \pm 0,000025, \\ \mathrm{T} = 1947 \text{ déc. } 2,584\,470 \pm 0,000\,013 ; \end{array}\right. \qquad (\mathrm{S})\left\{\begin{array}{l} \Omega = 314^\circ 39' 48'',6 \pm 20'',8, \\ i = 158^\circ 18' 4'',6 \pm 9'',1, \\ \omega = 170^\circ 53' 59'',9 \pm 22''5, \\ q = 0,110017 \pm 0,000010, \\ e = 0,999\,934 \pm 0,000024, \\ \mathrm{T} = 1947 \text{ déc. } 2,586\,858 \pm 0,000\,009 . \end{array}\right.$$

Les lignes (2) du tableau donnent les écarts [1] observés $\Delta\alpha \cos\delta$ et $\Delta\delta$ entre les deux noyaux, les lignes (3), les mêmes écarts calculés à l'aide des éléments (P) et (S). La distance d entre les deux noyaux, calculée d'après ces mêmes éléments, passe par un minimum : $d = 0,000\,114$, le 5 décembre 1947.

Afin de déterminer la vitesse d'éjection du noyau secondaire, fixons maintenant une date de rupture au voisinage du 5 décembre 1947. A cet instant t_0 les coordonnées rectilignes équatoriales x_0, y_0, z_0 des deux noyaux sont les mêmes, mais les composantes de leurs vitesses diffèrent de quantités dx'_0, dy'_0, dz'_0 qui sont justement les composantes de la vitesse cherchée. Soient donc respectivement x_0, y_0, z_0 ; x'_0, y'_0, z'_0 les coordonnées et les composantes de la vitesse du noyau principal à l'époque t_0, et x_0, y_0, z_0 ; $x'_0 + dx'_0$, $y'_0 + dy'_0$, $z'_0 + dz'_0$ les coordonnées et les composantes de la vitesse du noyau secondaire à la même époque ; les différences d'éléments sont des fonctions de dx'_0, dy'_0, dz'_0 seuls.

A une époque postérieure t, les écarts $\Delta\alpha \cos\delta$ et $\Delta\delta$ entre les deux noyaux seront des fonctions de dx'_0, dy'_0, dz'_0

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} \Delta\alpha \cos\delta = \cos\delta \dfrac{d\alpha}{dx'_0} dx'_0 + \cos\delta \dfrac{\partial\alpha}{\partial y'_0} dy'_0 + \cos\delta \dfrac{\partial\alpha}{\partial z'_0} dz'_0 ; \\ \Delta\delta \quad = \quad \dfrac{\partial\delta}{\partial x'_0} dx'_0 + \quad \dfrac{\partial\delta}{\partial y'_0} \partial y'_0 + \quad \dfrac{\partial\delta}{dz'_0} \partial z'_0 . \end{array}\right.$$

(*) Séance du 11 janvier 1954.

[1] Nous appelons « écarts » les différences $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ entre les coordonnées des deux noyaux.

		1947 Décembre.							1948 Janvier
1. Dates		11,0.	14,0.	17,0.	20,0.	23,0.	26,0.	29,0.	16,0.
2. Écarts observés	$\Delta\alpha\cos\delta$..	−1″,2	+2″,0	+5″,6	+ 8″,6	+ 8″,8	+11″,2	+14″,1	+23″,9
	$\Delta\delta$......	−6,3	−7,4	−7,7	− 7,8	− 7,4	− 6,6	− 6,6	− 5,6
3. Écarts calculés	$\Delta\alpha\cos\delta$..	+0,7	+2,7	+4,9	+ 7,3	+10,2	+12,5	+14,7	+23,9
	$\Delta\delta$......	−7,4	−7,6	−7,7	− 7,6	− 7,3	− 6,9	− 6,6	−5,6
Dates.									
4. t_0=1947 déc. 4,0	$\Delta\alpha\cos\delta$..	−0,7	+3,0	+6,8	+10,0	+12,6	+14,7	+16,4	+21,6
	$\Delta\delta$......	−6,2	−8,0	−8,7	− 8,6	− 8,2	− 7,2	− 7,2	− 4,9
5. t_0=1947 déc. 5,0	$\Delta\alpha\cos\delta$..	−0,5	+2,6	+6,5	+ 9,7	+12,3	+14,5	+16,2	+21,9
	$\Delta\delta$......	−5,8	−7,8	−8,5	− 8,6	− 8,3	− 7,8	− 7,3	−4,8
6. t_0=1947 déc. 6,0	$\Delta\alpha\cos\delta$..	−0,6	+2,4	+5,9	+ 9,2	+11,9	+14,1	+16,0	+22,3
	$\Delta\delta$......	−5,2	−7,4	−8,4	− 8,6	− 8,4	− 7,9	− 7,4	−4,8
7. t_0=1947 déc. 7,0	$\Delta\alpha\cos\delta$..	−0,7	+1,9	+5,3	+ 8,6	+11,4	+13,8	+15,8	+22,8
	$\Delta\delta$......	−4,2	−6,5	−8,0	− 8,4	− 8,3	− 8,2	− 7,6	−4,4
8. t_0=1947 déc. 8,0	$\Delta\alpha\cos\delta$..	−0,7	+1,6	+4,9	+ 8,1	+11,0	+13,5	+15,6	+23,3
	$\Delta\delta$......	−2,9	−5,7	−7,3	− 7,9	− 8,0	− 7,9	− 7,6	−5,3

Il est commode d'utiliser comme variables, non pas x'_0, y'_0, z'_0, mais :

$$(2)\qquad X = y_0 z'_0 - z_0 y'_0, \qquad Z = x_0 y'_0 - y_0 x'_0, \qquad V = \sqrt{x'^2_0 + y'^2_0 + z'^2_0},$$

et l'on est conduit à des équations de la forme

$$(3)\qquad \begin{cases} \Delta\alpha\cos\delta = \cos\delta\,\dfrac{\partial\alpha}{\partial X}\,dX + \cos\delta\,\dfrac{\partial\alpha}{\partial Z}\,dZ + \cos\delta\,\dfrac{\partial\alpha}{\partial V}\,dV; \\ \Delta\delta \qquad = \qquad \dfrac{\partial\delta}{\partial X}\,dX + \qquad \dfrac{\partial\delta}{\partial Z}\,\partial Z + \qquad \dfrac{\partial\delta}{\partial V}\,dV; \end{cases}$$

où $\Delta\alpha\cos\delta$ et $\Delta\delta$ sont les écarts donnés par les lignes (2) du tableau.

Nous avons répété plusieurs fois le calcul, prenant successivement pour t_0 : 1947 déc. : 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0.

En portant dans les équations (3) les valeurs de dX, dZ, dV, obtenues dans chacun de ces cas, on trouve les valeurs de $\Delta\alpha\cos\delta$ et $\Delta\delta$ données dans les lignes (4), (5), (6), (7), (8) du tableau. La comparaison avec les lignes (2) montre que la meilleure représentation est obtenue pour déc. 6,0 ; pour t_0 = déc. 4,0 les $\Delta\alpha\cos\delta$ correspondant aux dates déc. 23,0 26,0 et 29,0 diffèrent nettement des valeurs observées ; pour t_0 = déc. 8,0, ce sont les $\Delta\delta$ relatifs au 11 décembre qui sont en discordance. Nous avons poursuivi les calculs pour déc. 5,0, 6,0 et 7,0 et trouvé les valeurs suivantes de la vitesse d'éjection

$$\delta U = \sqrt{dx'^2_0 + dy'^2_0 + dz'^2_0}, \qquad \delta U = (444 \pm 44).10^{-6}, \quad (491 \pm 59).10^{-6}, \quad (535 \pm 75).10^{-6},$$

en adoptant le système d'unités dans lequel la constante k de l'attraction est égale à un ; *en mètres par seconde* les valeurs ci-dessus de δU deviennent : $\delta U = 13 \pm 1$, 15 ± 2, 16 ± 2. L'angle du vecteur-vitesse d'éjection $\overrightarrow{\delta U}$

avec le plan de l'orbite (P) est — 17°, — 16°, — 15° et l'angle de $\overrightarrow{\delta U}$ avec le rayon vecteur prolongé donne le sens soleil-comète : 41°, 51° et 58°. Les cas de dissociation de comètes, réellement observés sont rares; le résultat trouvé $\delta U \# 15$ m/s donne une idée de la vitesse d'éjection d'un noyau secondaire qui se sépare du noyau principal au voisinage du périhélie.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur le problème des champs et leurs sources.* Note (*) de M. **Shimon Yiftah**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons classé les théories physiques selon les constantes fondamentales. Il nous a paru intéressant d'examiner de notre point de vue la dualité classique champ-particule.

Nous appelons *théorie de champ pure* toute théorie qui ne fait pas intervenir explicitement les constantes corpusculaires ou granulaires *e*, *m*. Dans ce sens nous aurons comme théories de champ pures d'après le tableau seulement la Relativité généralisée et l'Électrodynamique classique dans le vide (c'est-à-dire quand $e \rightarrow 0$). Ce point de vue fait apparaître nettement *la dualité champ-particule* et soulève le problème bien connu : Peut-on faire apparaître la structure atomique d'après une théorie de champ pure ? Autrement dit : peut-on obtenir les constantes atomiques *e*, *m* comme paramètres dans les solutions des équations de champ avec certaines conditions aux limites ? C'est ce que continuent de croire quelques-uns des théoriciens. Seulement le problème de la dualité champ-particule ou *champ et ses sources* reste très hardi. Je cite, par exemple, Einstein ([2]) : «...j'ai la conviction qu'on ne peut pas laisser côte à côte les concepts de champ et de particule comme éléments de la description physique. Le concept de champ exige l'absence des singularités tandis que le concept de particule est une singularité dans le champ... je n'aperçois dans la situation actuelle aucune autre voie qu'une théorie de champ pure, qui aura alors la tâche gigantesque de dériver le caractère atomique de l'énergie ».

Le point de vue quantique est tout différent, car en théorie quantique des champs on fait correspondre à tout champ une particule et à toute particule un champ. *Dans les deux points de vue*, classique et quantique, les difficultés commencent lorsque l'on fait intervenir les sources des champs, c'est-à-dire lorsque l'on passe des équations homogènes aux équations non homogènes.

Exemple 1 : *Théorie quantique des champs.* — Prenons l'équation-type en théorie quantique des champs :

$$(\square - k^2)\Phi = S \qquad (1)$$

(*) Séance du 18 janvier 1954.

([1]) *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 326.

([2]) *The meaning of Relativity*, Appendice II. Princeton, 1953, p. 164.

où S représente les sources qui créent le champ et Φ est un tenseur de rang s. s est aussi le spin du quantum de ce champ. Pour un tenseur de rang zéro ou un scalaire, cette équation est l'équation bien connue de *Klein-Gordon*. Pour un tenseur de rang 1 ou un vecteur, cette équation représente avec $k = 0$ le champ e. m. et avec $k \neq 0$ un champ vectoriel des particules de spin 1. Pour un tenseur de rang 2, correspondant à des particules de spin 2, cette équation représente une propagation analogue à la propagation des ondes de gravitation avec *les gravitons* qui leur sont attachés. Pour une particule chargée, on doit prendre avec cette équation l'équation complexe conjuguée $(\Box - k^2)\Phi^\star = S$.

Or on sait que tant que l'on traite l'équation homogène $(\Box - k^2)\Phi = 0$ qui décrit la propagation dans le vide, sans interaction, ou des particules qui évoluent librement, la théorie est satisfaisante. Mais dès que l'on passe aux équations non homogènes (1), c'est-à-dire que l'on fait intervenir la source S, pour pouvoir traiter des interactions, on rencontre toujours les fameuses divergences. Les travaux de Feynman, Schwinger et Tomonaga en Électrodynamique quantique, outre une *reformulation covariante* de la théorie, réussissent à *isoler « le mal »* et à l'éviter par renormalisation de manière à pouvoir calculer des effets expérimentaux très délicats, mais les infinis ne deviennent pas moins infinis, et l'ancien problème de *la structure de l'électron* reste posé et sans solution.

Exemple 2 : Relativité généralisée. — Dans l'équation qui constitue l'essence de la théorie

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = -\chi T_{\mu\nu} \tag{2}$$

on est en présence d'une situation analogue. La partie droite de l'équation représente *la description phénoménologique des sources* du champ gravitationnel représenté par la partie gauche, et doit comprendre la densité de la matière, l'énergie du champ électromagnétique etc. Mais qu'est-ce la matière sinon des particules élémentaires électrisées faisant intervenir les constantes granulaires e et m ? De manière que le tenseur impulsion-énergie $T_{\mu\nu}$ contenant la densité ρ de la matière, renferme *le passage caché du discontinu au continu.* D'ailleurs Einstein n'a jamais été satisfait de la partie droite de l'équation qu'il considère toujours comme provisoire, et préfère beaucoup *les équations homogènes*

$$R_{\mu\nu} = 0 \quad \left(\text{égales à } R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = 0\right) \tag{3}$$

qui décrivent le champ de la gravitation *dans le vide*. Aussi la généralisation de la Relavité généralisée effectuée récemment par Einstein ([3]) consiste en une *généralisation non-symétrique* des *équations homogènes* (3) et non pas des équations non-homogènes (2).

([3]) Appendice II.

Ces réflexions nous montrent que si l'on essaie de rapprocher les méthodes de la Mécanique ondulatoire et de la Relativité généralisée, comme se propose de le faire la théorie de la double solution, en traitant les particules respectivement comme des « régions singulières » ou des singularités, on ne doit pas oublier que l'idée de traiter les particules élémentaires comme singularités en Relativité généralisée, sauf en ce qui concerne la dérivation des équations de mouvement *dans le vide* d'après les équations de champ, est loin d'être satisfaisante (ou même elle n'existe point), Einstein lui-même préférant s'occuper des *champs purs*, sans singularités ou sans *sources*.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La nouvelle invariance de jauge de l'électromagnétisme et la supraconductivité.* Note (*) de M. **Bernard Jouvet**, présentée par M. Louis de Broglie.

La nouvelle définition du potentiel électromagnétique et la nouvelle invariance de jauge de l'électromagnétisme électroneutrinien permettent de justifier les équations de London, et de comprendre le mécanisme de la supraconductivité.

Nous avons montré que l'électromagnétisme électroneutrinien était identique à l'électromagnétisme de Maxwell-Dirac à part quelques effets d'interaction avec les neutrinos, que la théorie de Maxwell ignore, et à part une différence dans la formulation des invariances de jauge, [1], [2], [3]. Nous voulons montrer ici que l'invariance de jauge de cette théorie permet d'éclairer le problème de la supraconductivité. Soit alors un conducteur C formé d'un réseau d'atomes a_i et contenant des électrons E_n, plongé dans un champ externe H produit par un courant donné J_H. L'énergie totale du système est

$$W = [\mathit{W}(J_H) + \mathit{W}(J_{a_i}) + \mathit{W}(J_{E_n}) + W(J_{a_i}, J_{a_k}) + W(J_{E_n}, J_{E_m}) + W(J_{a_i}, J_H) + W(J_{E_n}, J_{a_i}) + W(J_{E_n}, J_H)].$$

[Les W indiquent les énergies cinétiques des courants, et les $W(J, J')$ sont les énergies d'interaction des courants J et J'.] L'énergie totale W est minima d'une part si les énergies cinétiques sont minima, mais aussi si les énergies d'interaction sont minima. Toutes les énergies d'interaction seraient nulles si les courants pouvaient avoir la forme de gradients d'univers, et si toutes les interactions n'étaient qu'électromagnétiques. Les forces entre atomes étant généralement des forces chimiques, nous supposons que les atomes forment un réseau, minimisant leur énergie potentielle et cinétique. (Il serait cependant intéressant d'étudier la répercussion de l'invariance de jauge sur les forces intra-

(*) Séance du 18 janvier 1954.

[1] *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1642.

[2] *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 55.

[3] *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 327.

atomiques, car si des distributions d'atomes « apparemment neutres » existaient, cela pourrait expliquer l'hélium II.)

Si les électrons peuvent avoir des mouvements tels que leurs courants aient la forme de gradients d'univers, alors leur énergie d'interaction avec le réseau et le courant externe sera nulle. D'autre part une telle forme des courants suppose un ordre accru, donc une entropie minima; nous pensons qu'un tel état est caractéristique de la supraconductivité. Soit alors $J_\mu(x, t)$ le courant des électrons dans C, soumis au champ H et au champ R du réseau. Soit D un domaine dans lequel à un instant t, $J_\mu(x, t) = \partial_\mu U(x, t)$; alors dans ce domaine le courant ne subit plus d'interaction, constituant ainsi un globule électriquement neutre, qui se propage en ligne droite tant qu'il ne subit pas de choc direct avec les noyaux, ou avec des photons de très courte longueur d'onde qui « ignorent » l'aspect macroscopique du globule pour interagir avec un seul électron du globule dont le courant n'est généralement pas un gradient; ceci peut expliquer l'intervention de la masse des noyaux dans les lois du supraconducteur, et le fait que ces globules ne s'échappent pas (?) du solide, à cause de la présence d'une couche électronique à la surface du conducteur. Soit $\Psi = \alpha(x, t)e^{ipx-i\omega t}$ la fonction d'onde des électrons dans le domaine D; supposant une densité d'électrons qui varie peu dans le globule, et une symétrie centrale, on a alors en moyenne $\overline{\partial\psi^* \wedge \partial\psi} = 0$ et $\overline{A_\mu \psi^* \psi} \simeq A_\mu(x, t)\rho$, $\rho = \int \psi^* \psi \, dx$ D = densité d'électrons supraconducteurs.

De l'hypothèse que dans le globule on a, $\operatorname{rot} J = 0$, on déduit alors en négligeant les spins, que $(e^2/m) \operatorname{rot} \rho A = 0$; il faut donc que le champ H + R soit nul dans le globule, et par conséquent les électrons qui l'entourent doivent avoir une distribution telle qu'elle annule ce champ. Si tous les électrons de C sont dans l'état superconducteur, il doit de même y avoir à la surface de C une distribution de courants annulant le champ interne (effet Messner).

On voit alors que dans le superconducteur on peut poser

$$J_\mu = -\frac{e^2}{m} \rho A_\mu + \partial_\mu \Phi = \partial_\mu U$$

Φ étant une fonction quelconque; c'est précisément la relation que pose London ([4]), et on montre facilement qu'elle permet de rendre compte de l'expérience.

Cette relation n'est pas invariante de jauge maxwellienne, mais dans notre théorie une telle restriction n'existe pas, car le courant n'est pas invariant de jauge. Si une telle relation ne peut être écrite dans la théorie de Maxwell, il était cependant possible de se rendre compte que lorsqu'un courant est un gradient, il ne subit plus d'interaction, car le potentiel qu'il crée est un gra-

---

([4]) *Superfluids*, I, John Wiley, édit., 1950.

ment, et d'après le principe d'action et réaction le champ qui agit sur lui est nul. La nouvelle constante de jauge était contenue implicitement dans la théorie de Maxwell.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La notion de loge et la signification géométrique de la notion de couche dans le cortège électronique des atomes.* Note de M. Raymond Daudel, Mlle Simone Odiot et Mlle Hélène Brion, présentée par M. Louis de Broglie.

Par l'étude de la localisabilité des corpuscules on précise la notion de loge et montre, dans le cas de l'hélium, comment la dite notion peut servir à associer à chaque couche d'un cortège atomique un certain domaine d'espace.

On a déjà [1] introduit la notion de loge dans la définition des fonctions [illegible] et laissé prévoir ses multiples applications. Nous allons préciser ici cette notion dans ses rapports avec la structure électronique des atomes.

La notion de loge d'ordre 1. — Envisageons un système d'électrons par exemple. Supposons qu'il soit dans un état à projection de spin bien définie et soit p le nombre des électrons de spin $+(1/2)(h/2\pi)$ par exemple. Découpons l'espace en p volumes V_i contigus ne se recouvrant pas et recouvrant tout l'espace et tels que l'on puisse évaluer dans chacun d'eux la probabilité P_i de rencontrer un électron et un seul de spin $+(1/2)(h/2\pi)$.

Nous dirons que l'on a découpé l'espace en loges d'ordre 1 et de caractère $+1/2(h/2\pi)$ vis-à-vis de ce système. La même définition se transpose au spin $-1/2(h/2\pi)$. La quantité

$$\Omega = \sum P_i$$

est supérieurement bornée par la valeur p. Posons

$$\eta = \frac{p - \Omega}{p}.$$

η est positif et nous lui donnerons le nom de défaut de localisation du découpage par rapport au système dans l'état envisagé.

Le découpage sera considéré d'autant meilleur que η est petit.

L'ensemble des découpages en loges ainsi définies est très vaste mais dans la pratique nous nous bornerons souvent à considérer des sous-ensembles en imposant aux découpages des propriétés supplémentaires suggérées, par exemple, par la symétrie de l'état étudié. Il deviendra alors généralement possible de trouver le (ou les) meilleur(s) découpage(s) d'un tel sous-ensemble c'est-à-dire celui (ou ceux) correspondant au minimum de η quand il existe.

---

[1] R. Daudel, *Comptes rendus* 237, 1953, p. 601.

Soit $\Psi(x_1, \omega_1, x_2, \omega_2, \ldots, x_j, \omega_j, \ldots, x_n, \omega_n)$ la fonction d'onde représentant le système dans l'état considéré on a

$$P_i = C_n^p\, p \int_{V_i} d\tau_1 \int_{\text{espace}-V_i} d\tau_2 \ldots d\tau_p \int_{\text{espace}} d\tau_{p+1} \ldots d\tau_n$$
$$\times \int_{+\frac{1}{2}\frac{h}{2\pi}} d\omega_1 \ldots d\omega_p \int_{\frac{1}{2}\frac{h}{2\pi}} d\omega_{p+1} \ldots d\omega_n \Psi^* \Psi.$$

Il est donc facile de calculer les P_i correspondant à un jeu donné de V_i, donc d'évaluer η_i. De ce point de vue, nous avons discuté deux états triplets de l'hélium.

Le premier état triplet de l'hélium. — Il est bien représenté par la fonction (²)

$$\Psi(r_1, r_2) = s\, e^{-Zs}\, \text{sh}\, ct,$$

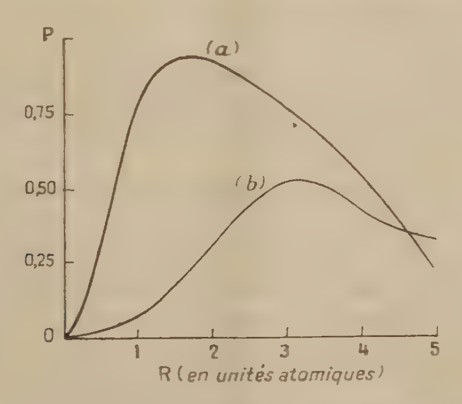
avec

$$s = \frac{r_1 + r_2}{a_0}, \qquad t = \frac{r_1 - r_2}{a_0}, \qquad Z = 1{,}374, \qquad c = 0{,}825, \qquad a_0 = 0{,}53\ \text{Å}.$$

Adoptons le cas où les deux électrons ont le spin $-1/2\,(h/2\pi)$. La symétrie du problème suggère ici deux découpages distincts : soit un plan passant par le noyau, soit une sphère de rayon R concentrique au noyau. Dans les deux cas on définit deux loges où

$$P_1 = P_2 = P.$$

Dans le cas du découpage plan on trouve $P = 0{,}5$; $\eta = 0{,}5$. La courbe *a* de la figure 1 montre la variation de P avec R pour le découpage sphérique. Il existe pour P un maximum ($P = 0{,}93$ pour $R = 1{,}7\,a_0$) donc pour η un minimum (0,07).



Ce minimum étant plus petit que dans le cas du découpage plan, il s'ensuit que de tous les découpages considérés, la sphère de rayon $R = 1{,}7\,a_0$ donne le meilleur.

(²) E. A. Hylleraas. *Z. Phys.*, 54, 1929, p. 347.

Un autre état triplet de l'hélium. — Envisageons maintenant l'état triplet de projection de spin $+h/2\pi$ représenté par la configuration antisymétrisée $(2s)(2p_z)$. Adoptons des fonctions hydrogénoïdes avec $Z = 1,65$. On trouve pour le découpage plan (perpendiculaire à l'axe des z) $P = 0,78$ et $\eta = 0,22$. La courbe *b* de la figure 1 montre que dans le cas du découpage radial la grandeur P ne dépasse pas 0,52. Ici c'est donc le découpage plan qui est le meilleur.

Conclusion. — Dans le cas du premier état triplet qui correspond classiquement à un électron K et à un électron L nous avons été conduits à partager l'espace à l'aide d'une sphère et l'on peut associer l'espace intérieur à cette sphère à la couche K et l'espace extérieur, à la couche L. Dans le second état correspondant à deux électrons L nous avons été conduits à couper l'espace par un plan. Ce fait est en accord avec l'existence d'une seule couche qui se sépare en deux loges. Dans le premier cas la corrélation radiale prédomine. Dans le second c'est la corrélatiou angulaire. Il y a là un moyen de définir la notion de couche à partir de n'importe quelle fonction d'onde et notamment à partir de la fonction d'onde exacte. Cette notion apparaît ici sous un aspect qui n'est pas sans rapport avec celui qui a été considéré ailleurs ([3]) On sent aisément qu'il doit être possible d'étendre ce procédé au cas d'un atome quelconque.

ULTRASONS. — *Sur les actions mécaniques exercées sur des obstacles par les ultrasons.* Note de MM. **René Lucas** et **Ercole Grossetti**, présentée par M. Jean Cabannes.

Lorsque des ondes ultrasonores progressives planes se réfléchissent sur une paroi de pouvoir réflecteur énergétique r, elles exercent sur celle-ci, par unité de surface, un effort normal N et un effort tangentiel T de valeurs

$$N = (1 + r)\, w \cos^2 i, \qquad T = (1 - r)\, w \sin i \cos i,$$

i désignant l'angle d'incidence et w la densité d'énergie des ondes.

L'objet de cette Note est de signaler quelques résultats expérimentaux destinés à contrôler diverses conséquences de ces relations. En particulier il est facile de comparer les actions exercées sur un obstacle parfaitement réfléchissant $(r = 1)$ de forme déterminée, avec celles exercées sur un obstacle de forme identique mais dont le pouvoir réflecteur a été rendu nul.

En utilisant les ondes ultrasonores de petite longueur d'onde (1 mm) se

---

([3]) R. Daudel, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 886; H. Brion et S. Odiot, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 616; S. Odiot, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1399.

propageant dans l'eau le passage d'un type d'obstacle à l'autre peut se faire en recouvrant la surface métallique polie et mince d'un objet creux (garni intérieurement par de l'air) à l'aide d'une couche de stéarine ou de paraffine dont l'épaisseur est d'environ 1 mm.

On peut dès lors comparer les actions mécaniques subies par ces obstacles placés dans le champ d'ondes ultrasonores progressives en se servant d'une balance de torsion suivant la méthode de P. Langevin. Dans les conditions expérimentales utilisées, la fréquence des ondes était $\nu = 1,496.10^6$/s et la densité d'énergie $W = 3,27$ ergs/cm^3.

Les obstacles utilisés ont été un disque plan, un cône de révolution, un dièdre et une sphère. Les orientations étaient telles que l'axe ou le plan de symétrie renfermaient la direction de propagation des ultrasons. Les dimensions des obstacles étaient d'environ 20 fois la longueur d'onde des ultrasons.

Dans le cas du disque plan, l'expérience a montré que le revêtement de la surface par de la stéarine sous 1 mm d'épaisseur avait pour effet de réduire presque de moitié (à 8 % près) la force exercée normalement à la surface par les ondes ultrasonores. Ce résultat montre qu'un tel revêtement a un pouvoir réflecteur voisin de $r = 0$ sous incidence normale.

Dans le cas du cône de révolution (sommet tourné vers la source), si l'on désigne par S la surface de base et par α le demi-angle au sommet du cône l'application des relations en N et T donne la valeur de la force exercée.

$$F = \varpi S[1 + r(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha)].$$

Il en résulte que si $\alpha = \pi/4$ la force exercée ne dépendra pas de la présence du revêtement de pouvoir réflecteur r. Cette conclusion, aux erreurs d'expérience près, s'est trouvée parfaitement vérifiée. Une expérience analogue faite avec un obstacle en forme de dièdre (angle d'ouverture $\pi/2$) a fourni la même observation à 1 ou 2 % près.

Dans le cas d'un obstacle de forme sphérique de rayon a la force exercée, de valeur $F = \pi a^2 \varpi$ (lorsque le pouvoir réflecteur est égal à l'unité), peut être évaluée après revêtement de la surface à condition de faire l'hypothèse que le pouvoir réflecteur r ne dépend pas de l'angle d'incidence i. On retrouve alors la valeur $F = \pi a^2 \varpi$ indépendante de r et par conséquent valable si $r = 0$.

L'accord entre les prévisions du calcul et l'expérience est dans ce dernier cas un peu moins bon (environ 10 % d'écart).

Eu égard aux difficultés expérimentales l'ensemble de ces résultats peut être considéré comme constituant une confirmation des relations exprimant l'influence de l'incidence et du pouvoir réflecteur dans les relations donnant l'effort normal et l'effort tangentiel.

MAGNÉTISME. — *Sur la susceptibilité magnétique de quelques noirs de carbone.*
Note de M. **André Marchand**, présentée par M. Paul Pascal.

Guha et Roy (1), Ganguli et Krishnan (2), à la température ordinaire, ont trouvé pour valeurs des susceptibilités magnétiques parallèle ($\chi_{\parallel}$) et perpendiculaire ($\chi_{\perp}$) aux plans des noyaux du cristal de graphite : $\chi_{\parallel} \neq - 0,5 . 10^{-6}$ et $\chi_{\perp} \neq - 22 . 10^{-6}$. Ils ont également étudié la variation de l'anisotropie avec la température (2). La grande anisotropie du graphite est attribuée aux électrons π qui sont considérés comme complètement libres [diamagnétisme de Landau (3), (4)]. Miwa (5) a, d'autre part, étudié la susceptibilité des microcristaux de graphite dans diverses sortes de carbones « amorphes ».

On doit s'attendre à voir cette anisotropie, due aux électrons libres, diminuer avec les dimensions des cristaux de graphite jusqu'à atteindre une valeur voisine de l'anisotropie des composés aromatiques, tels que naphtalène, anthracène, coronène, etc.

Il nous a paru intéressant d'aborder cette question en prenant comme matière première les noirs de carbone.

On peut schématiquement dire que les noirs de carbone sont constitués de cristallites de graphite en forme de cylindres, de hauteur L_c et de diamètre L_a, obtenus par l'empilement de plans à structure graphitique régulière, l'axe du cylindre étant perpendiculaire à ces plans, et ces cristallites étant entassés de façon absolument désordonnée pour former des grains ellipsoïdaux (6), (7), (8).

Les dimensions L_a et L_c sont mesurées à partir de l'élargissement des raies graphitiques dans le diagramme de rayons X des noirs de carbone.

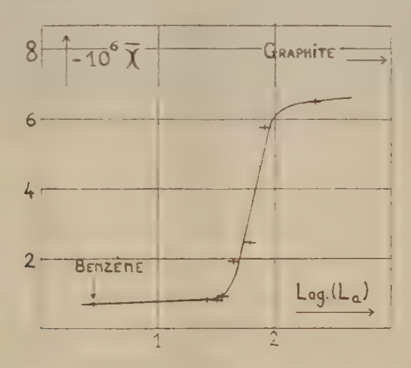
On a montré (9), (10) que le chauffage à une température T d'un noir de carbonne donné entraîne une augmentation de L_a et L_c qui atteignent des valeurs ne dépendant que de T.

Nous disposons d'une gamme de produits constitués de cristallites de graphite dont les diamètres (L_a) varient de 20 Å à 200-250 Å. La valeur de L_a, c'est-à-dire

(1) *Ind. J. Phys.*, 8, 1934, p. 345.
(2) *Proc. Roy. Soc. London*, 177, 1936, p. 168.
(3) *Z. Phys.*, 64, 1930, p. 629.
(4) Stoner, *Proc. Roy. Soc. London*, A 152, 1935, p. 672-692.
(5) *Sc. Reports of the Tohoku University*, 23, 1934, p. 242.
(6) Biscoe et Warren, *J. Appl. Phys.*, 13, 1942, p. 364.
(7) Cohan et Watson, *Rubber Age* (N. Y.), 68, 1951, p. 687.
(8) *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol. 3, 1949, p. 34-65.
(9) R. E. Franklin, *Proc. Roy. Soc. London*, 209, 1951, p. 196.
(10) Schaeffer, Smith et Polley, Communication à la *Division of gas and fuel Chemistry de l'American Chemical Society*, Atlantic City, 1952.

la largeur des plans graphitiques dans le cristal, est en relation directe avec la susceptibilité et l'anisotropie magnétique de ces corps.

Résultats expérimentaux. — Les divers échantillons de noirs que nous avons étudiés magnétiquement ont été purifiés de façon variable, suivant leur état initial (traitement à l'acide chlorhydrique ou au chlore pour éliminer le fer et ses oxydes ferro ou paramagnétiques, et dégazage sous vide vers 900°C pour éliminer l'oxygène absorbé). Ils ont été placés, toujours sous vide, sur la balance de Gouy-Pascal, à la température ordinaire. Les résultats, aussi bien pour divers échantillons du même noir que pour des noirs différents ayant la même valeur de L_a, sont concordants.



La courbe et le tableau donnent les valeurs que nous avons trouvées de la susceptibilité moyenne $\bar{\chi}$ par gramme, en fonction de L_a et Log(L_a) respectivement. Elles sont encadrées par les valeurs généralement admises pour le benzène et le graphite.

Noir.	L_a ([b]) (Å)	$-10^6\,\bar{\chi}$ ([c]).
Benzène	2,8	0,7
Supercarbovar	19	0,8
» dégazé ([a])	27	0,84±0,04
Sterling SO	23	0,78
Sphéron 6	23	0,73
Sterling SO dégazé ([a])	(32,5)	0,84±0,02
Sphéron 6 dégazé ([a])	32,5	0,85±0,02
P 33	28	0,93
P 33 dégazé ([a])	36	0,93±0,03
Sphéron 6 chauffé à 1 500° et dégazé	45	1,95±0,05
Shawinigan	47,5	2,02
P 33 chauffé à 1 500° et dégazé	62	2,46±0,05
Sphéron 6 chauffé à 2 700° et dégazé	82	5,77±0,03
Thermax chauffé à 3 100° et dégazé	200-250	6,5 ±0,03
Graphite ([1]), ([2])	∞	7,7

([a]) Le dégazage implique un chauffage vers 900°.

([b]) Les valeurs de L_a ne sont guère connues à mieux que 10 % environ. Les valeurs entre parenthèses sont encore moins précises.

([c]) La faible précision des mesures est due essentiellement aux difficultés de tassage homogène de ces corps. Aucune précision n'a été indiquée pour les noirs non dégazés puisqu'ils contiennent une quantité inconnue d'oxygène absorbé.

Le désir d'interpréter théoriquement cette courbe nous conduit à calculer les anisotropies magnétiques à partir des susceptibilités moyennes, et à étudier leur variation avec la température, étude expérimentale qui est actuellement en cours.

DIFFRACTION ÉLECTRONIQUE. — *Sur l'oxydation sélective d'un monocristal de laiton α.* Note (*) de M. **Noboru Takahashi**, présentée par M. Gaston Dupouy.

On prépare un monocristal de laiton α par évaporation successive dans le vide, de cuivre et de zinc sur une surface clivée de NaCl, et on étudie par diffraction électronique les conditions d'oxydation sélective Cu_2O et ZnO. Un effet de réflexion multiple s'observe dans le cas de ZnO.

Il est bien connu que lorsqu'on chauffe certains alliages dans l'air, leurs composants peuvent s'oxyder sélectivement. Les conditions de cette oxydation dépendent de la température et de la pression.

Pour le laiton en particulier, c'est l'oxyde Cu_2O qui apparaît à basse température et l'oxyde ZnO qui se forme à haute température (¹).

J'ai cherché à déterminer les modalités de ce phénomène en étudiant par diffraction électronique un monocristal très mince de laiton α. Ce monocristal a été préparé par évaporation successive sous vide (10^{-5} mm Hg) de cuivre et de zinc, et condensation sur une surface fraîchement clivée de sel gemme porté à une température de 420° C. Après dissolution du support dans l'eau distillée, le film métallique obtenu, examiné par transmission, montre les taches de diffraction intenses provenant de la structure cubique à faces centrées du laiton α (*fig.* 1). La condition de température doit être strictement respectée, car si le support est chauffé à une température inférieure à 400° C, on n'obtient plus la structure unicristalline, mais seulement une structure fibreuse plus ou moins accentuée (à 350° C par exemple).

Le diagramme de la figure 1 montre également des taches supplémentaires (spots 1-6) qui sont dues à des mâcles submicroscopiques quand le film est incliné par rapport au faisceau d'électrons.

Si l'on prolonge l'action de l'eau au cours de la dissolution du support NaCl, on constate la formation de Cu_2O *monocristallin* dès la température ambiante; le même oxyde se forme aussi lorsque l'on chauffe l'échantillon à 300° C dans un vide déjà élevé (10^{-4} mm Hg), tel que celui qui règne dans le diffractographe électronique.

Entre l'oxyde Cu_2O et la phase cubique du laiton α existent les relations d'orientation suivantes (*fig.* 2) :

$$(001)\ Cu_2O\ //\ (001)\ \alpha \quad \text{et} \quad [100]\ Cu_2O\ //\ [100]\ \alpha.$$

(*) Séance du 18 janvier 1954.

(¹) S. Miyake, *Scient. Pap. Inst. Phys. Chem. Research*, Japon, 29, 1936, p. 167.

D'autre part, lorsqu'on chauffe dans l'air le monocristal de laiton α à une température plus élevée ($\geq$ 500°C) l'oxyde de zinc ZnO *polycristallin* se forme. Dans le vide au contraire, l'oxyde ZnO apparaît à l'état *monocristallin* dès 450°C.

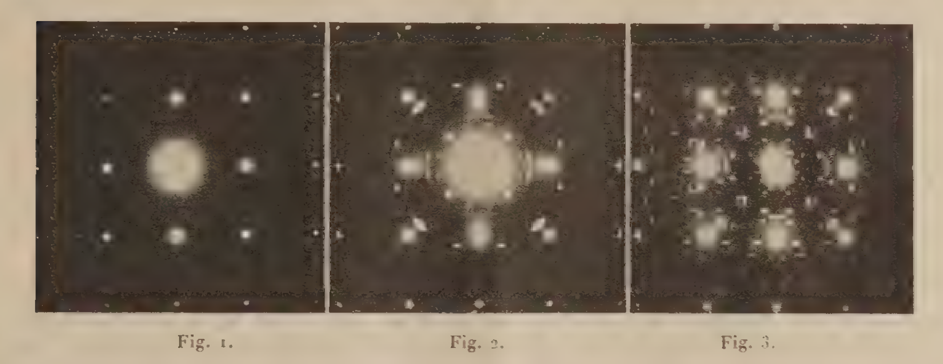


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1 : Monocristal de laiton α. Plan (001). — Fig. 2 : Cu_2O produit sur le plan (001) de laiton α. — Fig. 3 : ZnO produit sur le plan (001) de laiton α.

Le diagramme obtenu, reproduit sur la figure 3, est très complexe et présente un aspect remarquable. On y distingue de grosses taches de diffraction, disposées en carré, et qui proviennent de la phase α (*fig.* 1), et de nombreuses taches fines dues à ZnO.

L'orientation relative entre l'oxyde ZnO et le laiton α est la suivante :

$$(0001)\quad \text{ZnO} // (001)\ \alpha \qquad \text{et} \qquad [11\bar{2}0]\ \text{ZnO} // [110]\ \alpha.$$

Il existe deux dispositions possibles correspondant à cette orientation, qui produisent les taches de diffraction électronique observées. De nombreuses taches fines de ZnO proviennent d'une réflexion multiple qui a lieu sur les faces cubiques de la phase α ; une construction géométrique assez compliquée permet de retrouver exactement toutes ces taches. Les interprétations détaillées seront données dans un autre Mémoire.

Il est intéressant de connaître, grâce à la diffraction électronique, les orientations relatives entre les oxydes Cu_2O et ZnO et le laiton α; ces orientations dépendent en effet du mécanisme de l'oxydation de la solution solide.

OPTIQUE. — *Biréfringence mécanique de hauts polymères thermoplastiques.* Note de M. **André Winaver**, présentée par M. Eugène Darmois.

Nous avons étudié en fonction du temps, à contrainte et température constantes, la variation de la biréfringence mécanique d'éprouvettes de polyméthacrylate de méthyle et de polystyrol. Nous appellerons ces expé-

riences : mesures de fluage de la biréfringence. Les courbes de fluage se composent de deux parties : la première concerne l'éprouvette sous contrainte, la seconde son retour à l'état initial après suppression de la contrainte (recovery). Nous avons créé et mis au point un appareillage et une technique destinés au tracé de ces courbes dès l'instant d'application ou de suppression de la contrainte.

L'appareillage est constitué par une machine de mise sous contrainte (extension, compression, efforts alternés) fonctionnant à l'air comprimé, dont les organes actifs sont deux paires de tombacs. Nous avons vérifié que les courbes d'étalonnage (contrainte en fonction de la pression d'alimentation) en extension et en compression sont symétriques l'une de l'autre. On peut choisir le régime de mise sous contrainte, nous avons adopté celui qui se rapproche le plus possible de l'échelon unité d'Heaviside : la contrainte exercée passe presque instantanément de zéro à sa valeur finale.

L'éprouvette de matière plastique étudiée est placée dans un thermostat. Les biréfringences ont été mesurées par la méthode de Chaumont. Leurs lectures ont été enregistrées dans l'obscurité, à cadence rapide, en même temps que les battements d'un métronome, sur un magnétophone.

Nous avons d'abord constaté que c'est à la déformation géométrique plutôt qu'à la contrainte que la valeur limite de la biréfringence [1] est proportionnelle. La théorie de Neumann se vérifie donc expérimentalement beaucoup mieux que celle de Maxwell.

Nous avons ensuite mesuré en fonction de la température la constante photoélastique C_l (rapport de la valeur limite de la biréfringence à la déformation). La courbe de la figure 1 a été obtenue en extension avec une éprouvette de polystyrol recuit, éclairée par $\lambda = 0{,}589\ \mu$. Son inflexion est analogue à celle d'autres variations thermiques, telles que celles de la constante diélectrique [2].

Nous avons enfin relevé les courbes de fluage de la biréfringence. Nous avons alors retrouvé, confirmé et généralisé, les observations qu'avaient faites A. Cotton, G. Courtot et J. Guillemin [3]. Suivant la température deux types différents de phénomènes sont observés (*fig.* 2 et 3). Nous avons interprété nos résultats en supposant ces hauts polymères thermoplastiques doués d'une structure à deux phases. La première, à comportement élastique, constituée par les molécules fortement polymérisées, formerait un squelette enfermant la seconde, à comportement plastique, formée des molécules moins polymérisées.

L'inflexion de la courbe de la figure 1 s'explique par un changement de

---

[1] Lorsque la déformation de l'éprouvette par écoulement purement visqueux est négligeable, c'est cette valeur de la biréfringence qui est employée en photoélasticité.

[2] R. GUILLIEN, *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 280.

[3] *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 313.

la répartition des contraintes entre ces deux phases : les molécules peu polymérisées se trouvent aussi bloquées quand la température devient assez basse.

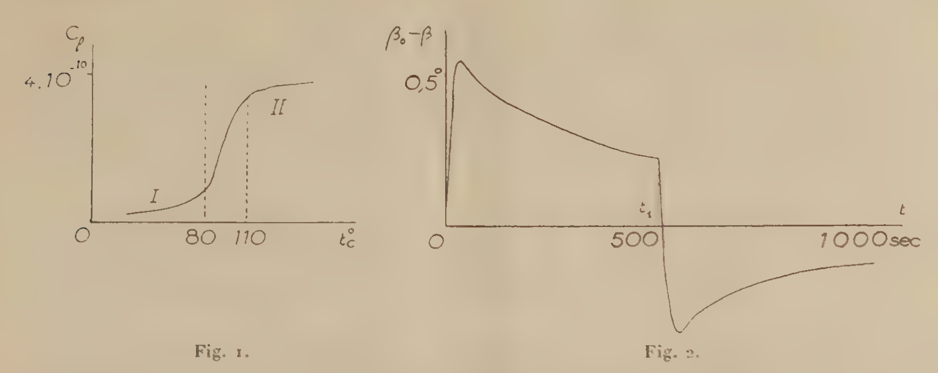


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — Variation thermique de la constante photoélastique C_l du polystyrol en extension ($\lambda = 0{,}589\,\mu$) (C_l est défini comme rapport de la biréfringence à l'allongement.)

Fig. 2. — Variation, en fonction du temps, de la biréfringence mécanique β d'un échantillon de polystyrol (β_0 désigne la biréfringence initiale résiduelle). Contrainte : 250 g/mm² de $t = 0$ à $t_1 = 500$ s, puis nulle ensuite. $\lambda = 0{,}589\,\mu$. Température 22°C : région I sur la figure 1.

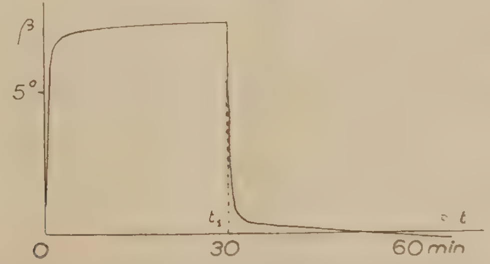


Fig. 3. — Variation, en fonction du temps, de la biréfringence mécanique d'un échantillon de plexiglass. Contrainte : 556 g/mm² de $t = 0$ à $t_1 = 30$ mn, puis nulle ensuite. $\lambda = 0{,}589\,\mu$. Température 43°C : région II sur la figure 1.

En attribuant à chacune de ces deux phases des effets photoélastiques de signes opposés et de temps de relaxation (réactivités) différents, nous avons pu donner de la variation des biréfringences en fonction du temps (*fig.* 1 et 2) une interprétation quantitative, en bon accord avec l'expérience, et qui paraîtra dans une publication ultérieure.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur les vibrations fondamentales de l'arsine.* Note de M. **Itaru Gamo**, présentée par M. Jean Cabannes.

Calcul des vibrations normales de AsH_3 à l'aide de la fonction potentiel de Urey-Bradley, compte tenu de l'anharmonicité.

Les fréquences normales adoptées dans le calcul pour AsH_3 et AsD_3 sont

celles estimées par Nielsen ([1]). Le tableau suivant donne leurs nombres d'onde cm^{-1} et le type de vibration dans la notation de Placzek

	$\nu_1(A_1)$.	$\nu_2(E)$.	$\nu_3(A_1)$.	$\nu_4(E)$.
AsH_3	2209,2	2225,8	973,3	1012,1
AsD_3	1571,2	1582,4	696,3	718,6

Les constantes de force ont été calculées à partir de la fonction potentiel suivante, du type Urey-Bradley :

$$V = \sum_{i=1} \left[K' r \,\Delta r_i + \frac{1}{2} K (\Delta r_i)^2 \right]$$
$$+ \sum_{i} \left[H' r^2 \,\Delta\alpha_{ij} + \frac{1}{2} H (r\,\Delta\alpha_{ij})^2 \right] + \sum_{ij} \left[F' q \,\Delta q_{ij} + \frac{1}{2} F (\Delta q_{ij})^2 \right].$$

où r est la distance interatomique de As—H, α l'angle H—As—H, q la distance H...H considérés dans la position d'équilibre; Δr, $\Delta\alpha$ et Δq sont les variations des grandeurs précédentes, mesurées à partir de la position d'équilibre; i, j représentent 1, 2, 3. K', K, H', H, F', F sont les constantes de forces cherchées. On a les relations :

$$K' + 2(1 - \cos\alpha) F' = 0 \qquad \text{et} \qquad H' + F' \sin\alpha = 0.$$

On a admis que les angles H—As—H ont pour valeur 90°, au lieu de 89°50' mesuré par Nielsen ([1]).

Les carrés Ω des pulsations des vibrations normales sont les solutions de l'équation séculaire de E. B. Wilson ([2]),

$$\mathbf{GF} - \mathbf{E}\Omega = 0$$

Dans le système de forces de valence, les matrices **G** et **F** ont les expressions suivantes pour les vibrations A_1

$$\mathbf{G} = \begin{vmatrix} \mu + \mu_0 & -2\mu_0 \\ -2\mu_0 & 2\mu + 4\mu_0 \end{vmatrix}, \qquad \mathbf{F} = \begin{vmatrix} K + 2F & F' + F \\ F' + F & H - \frac{1}{2}F' + \frac{1}{2}F \end{vmatrix}$$

et pour les vibrations E

$$\mathbf{G} = \begin{vmatrix} \mu + \mu_0 & \mu_0 \\ \mu_0 & 2\mu + \mu_0 \end{vmatrix}, \qquad \mathbf{F} = \begin{vmatrix} K + \frac{3}{2}F' + \frac{1}{2}F & -\frac{1}{2}(F' + F) \\ -\frac{1}{2}(F' + F) & H - \frac{1}{2}F' + \frac{1}{2}F \end{vmatrix}.$$

μ et μ_0 désignent les inverses des masses des atomes H et As.

([1]) V. M. Mc Conaghie et H. H. Nielsen, *Phys. Rev.*, 75, 1949 p. 633.

([2]) *J. Chem. Phys.*, 9, 1941, p. 76.

On a calculé les valeurs suivantes des constantes de forces (en dynes cm.10^5)

K.	H.	F'.	F.
2,56	0,34	0,177	0,118

Ces valeurs satisfont en même temps les équations pour AsD_3.

On en conclut qu'il existe une attraction entre H...H, dont une cause est peut-être le recouvrement entre le nuage électronique de chaque atome H et celui de la paire d'électrons libres de As (configuration 4s).

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Étude dans le proche infrarouge de la bande* OH *du mica*. Note de M[lles] **Anne-Marie Vergnoux**, **Simone Théron** et **Maud Pouzol** présentée, par M. Jean Cabannes.

L'étude de la transmission des cristaux dans le proche infrarouge permet, en opérant en lumière polarisée, d'obtenir quelques précisions sur la position des groupements OH ou des molécules d'eau dans la maille (1).

De telles mesures ont été faites pour une lame de mica muscovite de 300 μ d'épaisseur parallèle au plan de clivage facile (001). Le vecteur électrique est choisi parallèle soit à l'une soit à l'autre des lignes neutres, correspondant aux indices principaux n_g et n_m; pour l'échantillon considéré, l'axe binaire de ce cristal monoclinique est dirigé suivant n_g. La position des lignes neutres ne varie pas avec la longueur d'onde; tout au plus peut-il y avoir interversion des indices principaux n_g et n_m.

Les résultats des mesures de transmission sont, de plus confrontés, avec ceux des mesures de biréringence $n_g - n_m$, faites dans la même région spectrale; ces mesures sont effectuées par la méthode du spectre cannelé, à l'aide d'un compensateur de Bravais, associé à un spectromètre à prismes de quartz, avec une précision de 1 à 2 %. La valeur moyenne de la biréfringence varie peu du visible à 2 μ; elle augmente de 0,0054 à 0,0056, puis décroît assez rapidement ensuite pour atteindre 0,0035 environ à la limite 2,2 μ atteinte par nos mesures.

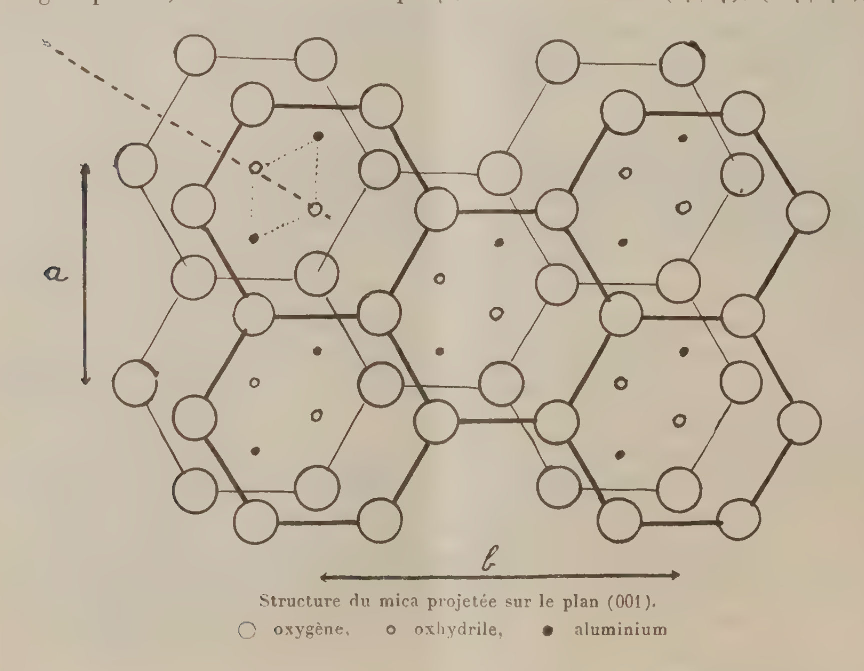
Rappelons que des mesures antérieures directes (2) des indices du mica dans l'infrarouge ont montré que n_g et n_m devenaient égaux vers 2,5 μ. Des anomalies de biréfringence, notamment entre 1,4 et 1,9 μ accompagnent le dichroïsme des bandes d'absorption pour les deux directions indiquées. Les fréquences des groupes OH du mica sont à 2,74 μ pour la fondamentale, 1,42 μ pour l'harmonique 2. Ces bandes sont fines, non déplacées par rapport à celles d'un oscillateur « libre » tel que le groupe OH d'un alcool primaire en solution diluée. Aucun déplacement ni élargissement de la bande n'est obser-

---

(1) A. M. Vergnoux, *J. Chim. Phys.*, 50, 1953, n° 9.

(2) J. Geisse et J. Lecomte, *Bull. Soc. Minéralogie*, 67, 1944, p. 420.

vable ici comme dans le cas d'une liaison hydrogène. On doit en conclure à une relative indépendance du groupe OH vis-à-vis des atomes voisins. L'orientation de OH dans le cristal est par contre définie, l'intensité de la bande suivant n_g étant bien plus grande que suivant n_m. D'après la théorie de Mulliken et Mecke, et en ne considérant que l'anharmonicité électrique, l'intégrale $A = \int_{\nu_1}^{\nu_2} K\, d\nu$ (K, coefficient d'absorption; ν, nombre d'ondes) est proportionnelle au carré du moment partiel, $[\mu_{0v}]$, relatif à la transition quantique o, v; μ_{0v} est lui-même une fonction linéaire, à coefficients déterminés par les caractéristiques du groupe OH, du moment électrique μ_0 et de ses dérivées $(\partial\mu/\partial\rho)$, $(\partial^2\mu/\partial\rho^2)$, ...



Structure du mica projetée sur le plan (001).
◯ oxygène, o oxhydrile, ● aluminium

prises pour la valeur $\rho = 1$ (ρ, rapport de la distance r des noyaux à leur distance d'équilibre r_0). Si la vibration s'effectue suivant OH, le rapport $\sqrt{A_m/A_g}$ pour les aires des bandes suivant n_g et n_m donne la tangente de l'angle θ que fait la projection de OH dans le plan de clivage avec l'axe binaire; on trouve $\theta \# 31°$. Si l'on se reporte à la structure du mica [W. W. Jackson et J. West ([3])], on peut orienter cette direction par rapport à la maille. Sur la figure sont représentées deux couches hexagonales d'oxygène, projetées sur le plan (001), la deuxième dérive de la première par un « glissement » dans son plan de $(a/3) = 1,72$ Å dans une direction à 30° de b, suivi d'une translation

([3]) *Zeits. f. Kristall.*, 76, 1931, p. 211.

de 2,2 Å normalement à son plan. Les oxhydriles sont au centre des hexagones et deux atomes d'aluminium, placés entre les deux couches, seraient liés à deux OH de deux couches différentes. D'après notre résultat, la direction OH se projette comme la diagonale du losange 2Al, 2OH. C'est aussi la direction du « glissement ».

Une hypothèse plausible est que les OH sont situés suivant cette diagonale dans l'espace; il faudrait une étude dans un plan perpendiculaire au plan de clivage pour le vérifier. Quoi qu'il en soit, les positions des atomes voisins laissent un espace lacunaire suffisant pour placer l'hydrogène, situé lui-même à 1 Å de l'atome d'oxygène. Il reste que, dans cette position, l'atome d'H est relativement voisin des oxygènes du groupement SiO_4 (distances qui ne dépassent guère 2 Å); dans bien des cas de liaison hydrogènes intermoléculaires (par exemple pour l'alcool méthylique) les distances H...O sont de cet ordre et la vibration OH est nettement perturbée.

Mais il est certain, suivant une remarque de Gordy, que ce ne sont pas seulement les positions respectives de l'hydrogène et d'un oxygène voisin qui importent, mais aussi le partenaire de l'oxygène situé du côté opposé à l'hydrogène, et dont la liaison avec l'oxygène détermine l'atmosphère électronique. Dans le cas présent les O voisins de H sont très fortement liés à Si; on sait par de nombreuses preuves d'ordre minéralogique et spectroscopique que le groupe SiO_4 se comporte comme un bloc très rigide qui garde ses caractéristiques dans tous les silicates, ce qui expliquerait peut-être la relative « neutralité » des oxygènes de ce groupement vis-à-vis de l'hydrogène voisin.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur la désintégration du radium.* Note de M. **Radha Raman Roy** et Mlle **Marie-Louise Goes**, transmise par M. Émile Henriot.

Des expériences récentes [1], [2], [3] sur la structure fine des particules α émises au cours de la désintégration du ^{226}Ra, ont indiqué l'existence d'un rayonnement γ intense de 185 keV et d'un rayonnement plus faible d'environ 600 keV.

Le premier état excité du ^{222}Rn de 185 keV, donne également naissance à plusieurs électrons de conversion [4], [5]. Une certaine incertitude existe

---

(1) S. Rosenblum, M. Guillot et G. Bastin-Scoffier, *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 191.

(2) G. Bastin-Scoffier, *Comptes rendus*, **233**, 1951, p. 945.

(3) F. Asaro et I. Perlman, *Phys. Rev.*, **88**, 1952, p. 129.

(4) J. M. Cork, C. E. Branyan, A. E. Stoddard, H. B. Heller, J. M. Leblanc et W. J. Childs, *Phys. Rev.*, **83**, 1951, p. 681.

(5) C. Victor, J. Teillac, P. Falk-Vairant et G. Bouissières, *J. Phys. Rad.*, **13**, 1952, p. 565.

concernant le rayonnement γ de 600 keV, notamment pour ce qui est de son intensité.

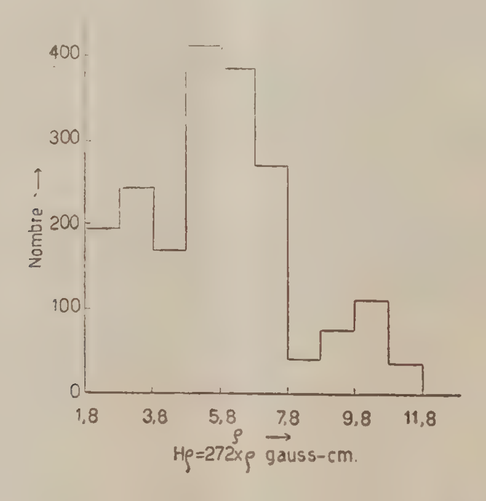
L'expérience actuelle a été entreprise dans le but d'étudier :

a. l'intensité des électrons de conversion, et

b. la distribution angulaire des corrélations α-électron de conversion.

Une chambre à diffusion a été utilisée pour cette expérience. Le radium, fraîchement séparé de ses produits de désintégration, fut déposé sur un fil très fin de nylon, fixé à travers la partie éclairée de la chambre. L'intensité de la source fut réglée de façon à donner en moyenne dix traces de particules α par éclair dont la durée est de 100 μs. Des bobines de Helmoltz (34 gauss/A) fournissent le champ magnétique nécessaire pour déterminer l'énergie des électrons. Le dispositif permettant la photographie des traces, est entièrement automatique, et synchronisé avec l'illumination (un éclair toutes les 15 s) et avec le champ magnétique.

Environ 6500 photos ont été prises, fournissant 62 922 traces de particules α : 1934 traces d'électrons prenant origine au même point qu'une trace d'α ont pu être identifiées comme dues au phénomène de conversion interne.



La distribution d'énergie de ces électrons est donnée dans la figure. En tenant compte des énergies de liaison des électrons dans les diverses couches, le premier maximum (à gauche) et le deuxième maximum (au milieu) sont attribués respectivement à la conversion K et L + M + N d'un rayonnement γ de 188 ± 10 keV.

A cause de la proximité des énergies de liaison des couches L, M et N, les électrons de conversion de ces couches ne peuvent pas être séparés dans cette expérience. Le dernier maximum peut être attribué à la conversion K d'un

rayonnement γ de 663 ± 35 keV. La table suivante donne le nombre d'électrons de conversion par 100 désintégrations α.

Couche.	N° d'e⁻.	N° d'α.	N° d'e par 100 désintégrations α.
K (188 keV)...........	522	–	0,83
L + M + N (188 keV)...	1171	62 922	1,86
K (663 keV).........	241	–	0,38

Si le nombre de particules α désintégrant vers le premier état excité du ^{222}Rn est de 6,4 % (²) du nombre total des désintégrations, alors nos résultats expérimentaux indiquent que la valeur du coefficient de conversion de la raie γ de 188 keV dans la couche K du radon est de 0,15.

La valeur théorique du coefficient de conversion K peut être déduite des tables de M. E. Rose, G. H. Goertzel, B. I. Spinrad, J. Harr et P. Strong (⁶). Pour les transitions 2^4 et 2^2 polaires électriques, elle est respectivement ~ 1 et 0,15.

Notre résultat expérimental est en accord avec cette dernière valeur. Nous en concluons que le moment angulaire du premier état excité du noyau de ^{222}Rn est 2. Ceci s'accorde également avec les observations générales de M. Goldhaber et A. W. Sunyar (⁷) et de G. Scharff-Goldhaber (⁸) des moments angulaires des noyaux pairs-pairs. On peut admettre que le rayonnement γ de 663 keV provient du deuxième état excité du ^{222}Rn. L'intensité des électrons de conversion de cette raie (de 0,38 %) est plus élevée que l'intensité de la raie α correspondante telle que la fournissent les mesures spectroscopiques (¹), (²).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'application de la méthode du poids des gouttes à l'étude de la variation de la tension superficielle en fonction du temps.* Note de Mlle **Marguerite Quintin** et M. **Paul Biro**, présentée par M. Pierre Jolibois.

Lorsqu'on mesure la tension superficielle de certaines solutions, l'équilibre d'adsorption de la surface ne se réalise que très lentement; de telle sorte que la valeur σ obtenue à un instant quelconque θ après que la couche ait été créée est intermédiaire entre la tension statique θ_s et la tension dynamique θ_d.

L'étude de la variation de σ en fonction de θ conduit à la cinétique de la formation de la couche superficielle et doit permettre de mettre en évidence les facteurs essentiels qui conditionnent l'équilibre d'adsorp-

(⁶) *Phys. Rev.*, **83**, 1951, p. 79.
(⁷) *Phys. Rev.*, **83**, 1951, p. 906.
(⁸) *Phys. Rev.*, **90**, 1953, p. 587.

tion [1] : interactions entre les molécules du feuillet superficiel et celles de la masse liquide, affinité d'adsorption, longueur et flexibilité de la chaîne de la molécule dissoute, vitesse de diffusion. La manière de voir de De Donder introduite par R. Defay et I. Prigogine [2] dans l'étude de la tension superficielle doit pouvoir servir de guide dans l'interprétation des faits expérimentaux.

La question a déjà été abordée par un certain nombre d'auteurs [3] en utilisant la méthode de l'arrachement d'un anneau ou d'une lame. Mais il m'a paru intéressant de la reprendre en cherchant à appliquer la méthode du poids des gouttes. En effet, on peut faire varier aisément le débit en agissant sur la pression d'écoulement. Le temps t correspondant à l'écoulement d'un certain nombre n de gouttes (50 généralement) est mesuré au 1/5ᵉ de seconde près : d'où $\theta = t/n$. Il est indispensable que la pression pendant la chute des n gouttes de la même série reste constante.

L'appareil utilisé est représenté figure 1. Il est rempli par aspiration à travers le capillaire C. Les gouttes sont recueillies soit dans un vase à tare T, soit dans une tulipe à tige graduée. Le diamètre du réservoir V (6 cm environ) est très grand par rapport à celui du capillaire C (0.2 mm), de telle sorte que la variation de la hauteur h, après la chute des gouttes d'une même série, est négligeable. Les précautions habituelles aux mesures de tension superficielle sont prises de façon à réaliser toutes les conditions d'équilibre (mécanique, thermique, etc.) sauf celle d'adsorption : équilibrage de la température en thermostat, saturation du vase T en vapeur, vérification de la forme des gouttes à l'aide d'un viseur muni d'un micromètre oculaire, verticalité du tube capillaire et absence de trépidations. Avec un capillaire de 0,2 mm de diamètre intérieur, dont l'extrémité, dressée perpendiculairement à l'axe du tube, a 5 mm de diamètre, les gouttes sont normales jusqu'à des temps de formation un peu inférieurs à la seconde.

Dans ces conditions, les mesures sont parfaitement reproductibles. Pour toutes les solutions étudiées, les courbes de variations de la tension superficielle σ en fonction du temps θ de formation de la goutte ont même allure (*fig.* 2). Pour les débits très lents la courbe tend asymptotiquement vers une valeur qui correspond évidemment à la tension statique σ_s. Si l'on

---

[1] L'intérêt de la question a été signalé par R. Audubert, *Cours sur les propriétés électrochimiques des Colloïdes*, Publ. C. I. U. P., 1936.

[2] *Tension superficielle et adsorption*, Desoer, Liége, 1951.

[3] W. N. Bond et H. O. Puls, *Phli. Mag.*, 24, 1937, p. 864; A. Boutaric et P. Berthier, *J. Chim. Phys.*, 36, 1939, p. 1; A. Dognon et L. Gougerot, *J. Chim. phys.*, 40, 1943, p. 127; C. C. Addison, *Phil. Mag.*, 36, 1945, p. 73.

élimine les mesures faites à des débits trop rapides, pour lesquelles la loi de similitude n'est pas respectée, la courbe présente, pour les faibles valeurs de θ, une portion rectiligne. La valeur obtenue en prolongeant cette partie

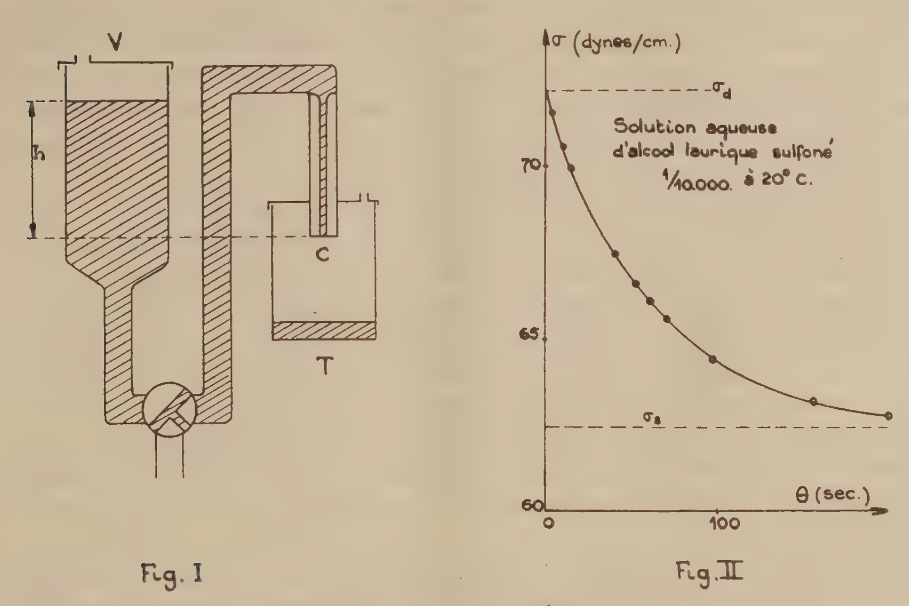


Fig. 2. — Solution aqueuse alcool laurique sulfoné 1/10 000 à 20°C.

rectiligne jusqu'à l'axe des ordonnées, se rapporte à une couche fraîchement formée, ayant même composition que la masse du liquide, c'est-à-dire dans laquelle il n'y a ni adsorption ni orientation privilégiée des molécules; elle représente donc, par définition, la tension dynamique σ_d.

En résumé, l'étude de la tension superficielle en fonction du temps peut être faite par la méthode du poids des gouttes, la condition essentielle à réaliser étant d'opérer à pression d'écoulement constante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la caractérisation ternaire d'un charbon ou mélange de charbons, au point de vue du réglage des foyers automatiques.* Note de MM. **Marcel Véron** et **Jean Lévêque**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Les mélanges de charbons ayant en commun les mêmes indices de matières volatiles, de gonflement au creuset et de gonflement au dilatomètre brûlent sur une grille dans des conditions comparables.

Le réglage des foyers automatiques à chaîne ou à poussoirs multiples est difficile, essentiellement parce que, à une première zone de combustion « underfeed » où l'air traverse d'abord une couche non enflammée, succède

une zone de combustion « overfeed » où l'air rencontre directement la couche enflammée, ces deux zones fonctionnant suivant des lois entièrement différentes.

Dans la première zone qu'aborde le combustible, l'épaisseur en combustion, le champ chimique et le taux de combustion (masse brûlée par mètre carré de grille et par heure) dépendent de la nature du combustible et de son calibrage, de la température de l'air et de sa densité de flux (volume normal traversant par mètre carré de grille et par heure). Pour les charbons maigres, le taux de combustion local varie avec le débit d'air, suivant une courbe en cloche aboutissant à un point d'arrêt par extinction.

Dans la deuxième zone où passe ensuite le combustible, l'épaisseur en combustion part de la valeur établie dans la zone précédente; le champ chimique et le taux de combustion ne dépendent plus que de cette épaisseur, de sa compacité et du débit d'air unitaire livré à la deuxième zone. Pour tous les charbons, le taux de combustion local varie avec le débit d'air, suivant une droite radiale sans point d'arrêt.

Les longueurs et aires respectives des deux zones sont fixées par la pente du front d'inflammation, dont nous avons établi qu'elle égale le rapport de la vitesse de propagation de l'inflammation à la vitesse d'entraînement du charbon.

Les températures et débits d'air étant fixés dans les deux zones, ainsi que le calibrage et la vitesse d'avancement du combustible, ce réglage péniblement obtenu n'est plus valable si l'on change le combustible : champ chimique et taux de combustion deviendront différents.

Pour que plusieurs combustibles ou mélanges de combustibles soient justiciables d'un même réglage, il faut d'après ce qui précède (et il suffit) qu'ils réalisent la même vitesse de propagation et la même épaisseur en combustion dans le processus « underfeed ».

La détermination expérimentale de ces facteurs étant assez délicate et hors des essais pratiqués, nous avons recherché des critères simples équivalents, ou plus exactement un ensemble de critères dont la détermination soit usuelle et facile, et dont l'identité pour deux combustibles ou mélanges de combustibles garantisse l'identité des deux caractéristiques précitées de la combustion.

Nous avons donc défini expérimentalement divers mélanges de combustibles réalisant une valeur pratiquement identique pour un, deux, ou trois des indices suivants : matières volatiles (MV), gonflement au creuset (GC), gonflement au dilatomètre Audibert équipé d'un enregistreur spécialement adapté (GD). Puis nous avons mesuré la vitesse de propagation et l'épaisseur en combustion « underfeed » dans ces différents mélanges.

Nous avons constaté que l'identité de l'un ou de l'autre des indices de gonflement laisse une très grande dispersion des propriétés en cause :

l'identité des indices de matières volatiles fixe à 20 % près la vitesse de propagation pour un débit d'air donné; l'identité supplémentaire d'un des deux indices de gonflement laisse cette marge presque intacte; mais l'identité simultanée des trois indices de matières volatiles et de gonflement identifie pratiquement la vitesse de propagation et (avec une approximation suffisante) l'épaisseur en combustion.

Ainsi, dans nos conditions expérimentales (air à 20°C, grains de 10/20 mm), un mélange à 47 % de Faulquemont, 32 % de Marles, 21 % d'Ostricourt (MV, 35,2 % sur pur; GD, — 20 %; GC, 1,5; eau, 2,96 %; matières minérales sur sec, 6,05 %; P_{cs} sur sec, 7 770 kcal/kg) et un mélange à 23 % de Bruay, 55 % de Faulquemont, 22 % d'Ostricourt (MV, 35 % sur pur, GD, — 20 %; GC, 1; eau, 3,24 %; matières minérales sur sec, 6,65 %; P_{cs} sur sec, 7 563 kcal/kg) admettent pratiquement la même vitesse de propagation, égale à 0,308 ± 0,005 m/h pour le débit d'air unitaire de 4,180 m^3/m^2h, par exemple.

La vitesse de propagation et l'épaisseur en combustion « underfeed » étant, toutes choses égales, liées à la composition du mélange, on peut (sous réserve d'essais ultérieurs) en déduire que les trois indices étudiés sont suffisants pour caractériser entièrement cette composition. Mais ils sont tous trois nécessaires.

La vieille classification de Grüner est basée exclusivement sur l'indice de matières volatiles; la classification de l'Afnor introduit en plus l'indice de gonflement au creuset (pour les charbons d'origine, à l'exclusion des mélanges).

Dans les cas où une précision plus grande est désirable (au prix d'une certaine complication), il faudrait faire intervenir, en sus, l'indice de gonflement au dilatomètre : ceci rejoint et généralise (pour les mélanges, et pour MV > 30 %) une proposition récente, tendant à l'adoption d'un système international de classification « scientifique » des houilles d'origine.

Si elles sont abondantes et très différenciées, les matières minérales peuvent troubler l'identité des facteurs caractéristiques de la combustion. Pour certains mélanges maigres, nous avons observé que la vitesse de propagation en fonction du débit d'air offre parfois un point d'inflexion sur sa branche descendante, et même une remontée avant l'extinction : ce qu'explique très probablement le collage des morceaux par les cendres fondues, aux très fortes allures.

MAGNÉTOCHIMIE. — *Sur le comportement magnétique des ions cobaltique, ferrique et chromique coordonnés.* Note de MM. **Nicolas Perakis, Jules Wucher** et **Triphon Karantassis**, présentée par M. Gaston Dupouy.

I. Selon les théories en cours, l'ion cobaltique coordonné est diamagnétique.

alors que l'on admet pour l'ion libre Co^{+++} le moment 4,90 d'un spin à quatre électrons.

L'expérience est moins nette dans ses résultats plutôt inconsistants et fragmentaires. Si dans le cas spécial des cyanures, $Co(CN)_6K_3$ par exemple, l'ion cobaltique coordonné est diamagnétique (¹) ($\chi_M = -18.10^{-6}$), dans d'autres complexes il semble être paramagnétique, et dans CoF_3 l'ion Co^{+++}, supposé libre, se comporte anormalement (²).

2. Ici, l'ion cobaltique est étudié comparativement avec les ions chromique et ferrique, à l'état de complexe $K_3M(C_2O_4)_3.3H_2O$. Les trois oxalates, préparés par l'un de nous, étaient *magnétiquement purs*. Une étude cryomagnétique de ces composés est résumée dans le tableau ci-après.

Substance.	T.	$\chi_M.10^6$.	Θ.	C_A.	p_m.	p_t.
$K_3Cr(C_2O_4)_3.3H_2O = 487,4$	289,1	6 190	− 1	$1,837_0$	3,84	3,87
	274,3	6 507				
	249,5	7 145				
	197	9 017				
	94	19 325				
	87	20 734				
	84	21 319				
Mesures effectuées à Leyde à l'aide d'un appareil Sucksmith (précision 1 % environ)	20,3	85 300	− 1	1,85	$3,8_5$	
	18,0	96 500				
	16,0	111 100				
$K_3Fe(C_2O_4)_3.3H_2O = 491,2$	288,1	14 477	0	4,226	5,82	5,92
	274,0	15 228				
	249,5	16 786				
	209	19 880				
	199	20 917				
	89	47 631				
	88	88 255				
$K_3Co(C_2H_4)_3.3H_2O = 494,3$	291,3	440	−79	0,230	$1,3_6$	4,90
	290,7	435				
	250	534				
	201	643				
	88	1 275				

T, température en degrés absolus; χ_M, coefficient d'aimantation moléculaire mesuré (diamagnétisme du reste de la molécule : -175.10^{-6}); Θ, point de Curie; C_A, constante de Curie atomique; p_m, moment mesuré et p_t moment théorique de spin, exprimés en magnétons de Bohr.

3. Le ferri- et le chromioxalate ont les caractéristiques essentielles des liaisons ioniques : constante du champ moléculaire et contribution orbitale

(¹) N. Perakis et T. Karantassis, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1759.

(²) P. Henkel et W. Klemm, *Z. anorg. allgem. Chem.*, 222, 1935, p. 73.

nulles, moment voisin de la valeur théorique de spin, isotropie magnétique ([3]). Ce sont des composés du type « alun de chrome » quantitativement représenté dans la théorie des champs cristallins ([4]).

Ces deux complexes sont très stables à la température ordinaire. Étudié jusqu'à 16°K, modérément magnétique, $K_3Cr(C_2O_4)_3.3H_2O$ pourrait servir d'étalon thermométrique pour les basses températures.

4. Le cas du cobaltioxalate est plus difficile à interpréter à cause du paramagnétisme *variable* observé. Le moment 1,4($p_s = 4,90$) indique nettement que ce complexe est covalent. Il évoque une configuration à un électron non compensé, qui dans la théorie de Pauling est celle des tons coordonnés tétra- et divalent (liaisons de coordination octaédriques d^2sp^3, les mêmes que pour le chromioxalate qui, lui, demeure, théoriquement aussi, ionique), la configuration de ce dernier étant plutôt instable. Cette interprétation impliquerait une évolution du complexe selon le processus $2Co^{III} \rightleftharpoons Co^{II}Co^{IV}$ (formule chimique doublée), qui le rendrait relativement peu stable. En fait, des mesures effectuées à 19 mois d'intervalle ont montré que le moment et le point de Curie du cobaltioxalate ont sensiblement diminué ($\mu_B = 1,2$, $\Phi = -96$), indiquant une évolution dans le sens $Co^{II}.Co^{IV} \rightarrow Co^{III}$ alors que ceux des deux autres oxalates n'ont pas varié. Ajoutons qu'en solution concentrée le cobaltioxalate, à la température ordinaire, a sensiblement la même susceptibilité qu'à l'état solide. L'étude de ce complexe est poursuivie.

ANALYSE CHIMIQUE. — *Photomètre simple dans l'infrarouge appliqué à l'analyse chimique*. Note de M. **Alain Berton**, présentée par M. Paul Lebeau.

Ce photomètre, utilisant un émetteur sélectif, permet de déterminer l'importance de l'influence des groupements les plus absorbants, tels que OH, C = O, C = N, sur l'absorption infrarouge de substances organiques, de doser principalement l'eau dans ces dernières et certains gaz dans l'atmosphère.

Les spectrophotomètres et analyseurs infrarouges sont devenus des appareils indispensables en Analyse chimique. Malheureusement, leur coût est élevé. Nous présentons ici un photomètre simple qui peut s'appliquer à résoudre certains problèmes analytiques.

Le principe de l'*émetteur sélectif* que nous utilisons a été déjà indiqué par Pfund ([1]). Mais, à notre connaissance, il n'a pas été suivi de réalisa-

---

([3]) L. C. Jackson, *Proc. Roy. Soc.*, **140**, 1933, p. 705. *Voir* aussi B. Guha, *Proc. Roy. Soc.*, **206**, 1951, p. 353. Les mesures effectuées par ces auteurs sur le ferrioxalate sont en excellent accord avec les nôtres.

([4]) B. Bleaney, *J. Phys. Chem.*, **57**, 1953, p. 508.

([1]) *Science*, **990**, 1939, p. 326.

tions vraiment pratiques et d'un emploi étendu, le principe du *récepteur sélectif*, suivant Luft [2] ayant, au contraire, conduit à de remarquables analyseurs bien connus [3].

Dans notre photomètre, l'émetteur sélectif consiste en un gaz (ou une vapeur) porté à haute température et émettant ses bandes infrarouges propres qui sont, en général, voisines de celles qu'il absorbe.

Le montage le plus simple consiste à utiliser la flamme non éclairante d'un bec de gaz ordinaire émettant, comme on sait, les bandes 2,7 μ (vapeur d'eau et gaz carbonique) et 4,4 μ (gaz carbonique).

L'intensité d'émission infrarouge du gaz de ville que nous avons utilisé, sans régulation, est constante à ± 1 % près, donc satisfaisante. Néanmoins, pour plus de sûreté, il faut vérifier la constance d'émission à chaque mesure.

Nous ne pouvons décrire ici, en détail, l'appareil complet. Indiquons seulement que le corps absorbant étudié est placé dans le faisceau du rayonnement infrarouge condensé. Les mesures photométriques s'effectuent à l'aide d'une pile thermoélectrique compensée, reliée directement à un galvanomètre très sensible. En outre, les espaces morts sur le chemin optique doivent être évités afin que les variations de la teneur en gaz carbonique de l'air ambiant ne perturbent pas les mesures.

Dans le cas des liquides, ceux-ci sont placés dans des cuves à faces parallèles en verre très mince. Leur épaisseur dépend de la substance étudiée. Ainsi, pour l'eau (très absorbante) elle sera de 0,02 mm. Pour la plupart des substances organiques, elle varie de 0,1 à 2 mm. Dans le cas de la recherche d'impuretés dans des composés très transparents, comme le tétrachlorure de carbone et le perchloréthylène, on peut utiliser des cuves de 50 mm d'épaisseur.

Dans le cas des gaz, les tubes à faces parallèles ont une longueur de 1 à 20 cm et plus.

Les solides, eux, sont taillés sous la forme de lames à faces parallèles polies, quand cela est possible, ou examinés en poudre suivant une couche de 0,1 mm d'épaisseur. Mais, dans ce dernier cas, la diffusion du rayonnement, qui est, en général, d'autant plus importante que les particules pulvérulentes sont plus fines, amène des perturbations.

Le photomètre simple à gaz d'éclairage permet de doser *le gaz carbonique* aux concentrations les plus élevées et aux plus faibles (limite de sensibilité avec un tube de 20 cm : 5/10 000e). La précision des dosages est de ± 5 % entre 5 et 0,2 %.

---

(2) *Z. techn. phys.*, 24, 1943, p. 97.

(3) J. Lecomte, *Le rayonnement infrarouge*, II, 1949, p. 350.

Il est sensible à la vapeur d'eau et presque pas à l'oxyde de carbone à des concentrations élevées.

Son application la plus intéressante est *le dosage de l'eau* dans les substances organiques. Dans les liquides très transparents, comme le tétrachlorure de carbone, le perchloréthylène, les fréons..., on peut déceler 1/100 000e d'eau, soit 100 γ d'eau dans 10 cm^3 environ de liquide (dans une cuve de 50 mm). Pour des composés absorbants comme l'acétone, cette limite n'est plus que de 0,05 %.

En outre, le photomètre peut être utilisé à déterminer l'importance de l'influence des groupements les plus absorbants, tels que OH, C=O, C=N, et, *la transparence spécifique* de chaque substance peut être retenue comme une constante physique caractéristique.

Voici, par exemple, la transparence, par rapport à celle du tétrachlorure de carbone, prise comme étalon, de couches de 2 mm de différents hydrocarbures. Les mesures ont été effectuées avec un appareil des plus simples, tel que celui décrit précédemment (¹). La sensibilité et la précision pourront être augmentées par amplification du courant thermoélectrique.

	Benzène.	Toluène.	Xylènes.	Hexane.	Cyclohexane.	Huile de paraffine.
$T^{2\,mm}_{Cl_4C}$ (%)......	50,4	31,6	29,3	24,2	23,6	19,8

Comme on se rend compte, le benzène se révèle le plus transparent.

Indiquons enfin que la transparence de composés d'une série homologue varie avec le poids moléculaire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du potassium sur l'anhydride molybdique.*

Note (*) de MM. **Albert Hérold** et **André Hatterer**, présentée par M. Louis Hackspill.

Les composés de formule brute MoO_3K_2 et $Mo_2O_6K_3$, ont été obtenus par action ménagée de la vapeur de potassium sur le trioxyde de molybdène. La réaction $2\,MoO_3K_2 \rightleftharpoons Mo_2O_6K_3 + K$ est réversible.

Dans un Mémoire publié en 1811, Gay-Lussac et Thénard (¹) indiquent que le sodium et le potassium liquides réagissent avec incandescence sur l'anhydride molybdique, en donnant de l'oxyde de potassium et un produit noir qui est probablement du molybdène métallique. Confirmés quelques années plus tard par Kastner (²) ces travaux n'ont pas été repris à notre connaissance. Récem-

(¹) L'émetteur sélectif peut être remplacé, dans le cas où il n'est pas nécessaire d'atteindre la spécificité maxima, par un corps noir porté à une température inférieure à 800° et qui émet seulement une bande très large infrarouge dont le maximum varie avec la température.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

(¹) *Rech. Physico-chim.*, **1**, 1811, p. 316.

(²) *Kastn. Arch.*, **26**, 1835, p. 465.

ment M. R. Lautié (³) a obtenu du molybdène métallique en réduisant certains de ses composés peu volatils, dioxyde de molybdène et molybdates alcalins ou alcalino-terreux en particulier, par des vapeurs de potassium.

Le potassium est donc capable de réduire les composés oxygénés du molybdène jusqu'au métal.

Nous avons néanmoins étudié l'action ménagée de la vapeur de potassium sur l'anhydride molybdique cristallisé dans l'espoir d'obtenir l'insertion du métal alcalin dans le réseau lamellaire de cet oxyde.

Pour ce faire nous avons utilisé la méthode « du tube à deux boules », déjà décrite par l'un d'entre nous (⁴). La boule contenant le métal alcalin étant maintenue à une température t_1 égale à 250° C, on fait varier de 260 à 750° C celle t_2 de la deuxième boule qui contient une quantité pesée d'oxyde. La limite supérieure de 750° C est imposée par les propriétés du verre « Supremax » utilisé. La quantité de potassium fixée par l'anhydride molybdique est déterminée par pesée après réalisation de l'équilibre. la durée de la réaction, qui varie avec les dimensions des cristaux traités, étant d'au moins quarante heures. Nos résultats sont résumés par la courbe ci-après qui représente le nombre d'atomes de potassium fixés par une molécule de trioxyde de molybdène (schématiquement : $K\,MoO_3$), en fonction de la différence de température $t = t_1 - t_2$.

Cette courbe présente deux paliers; le premier étendu sur 30° C environ, correspond à un produit de formule brute MoO_3K_2, le second qui n'a pu être représenté entièrement, faute d'espace suffisant, s'étend sur plus de 500° C, et correspond à un produit de formule brute $Mo_2O_6K_3$.

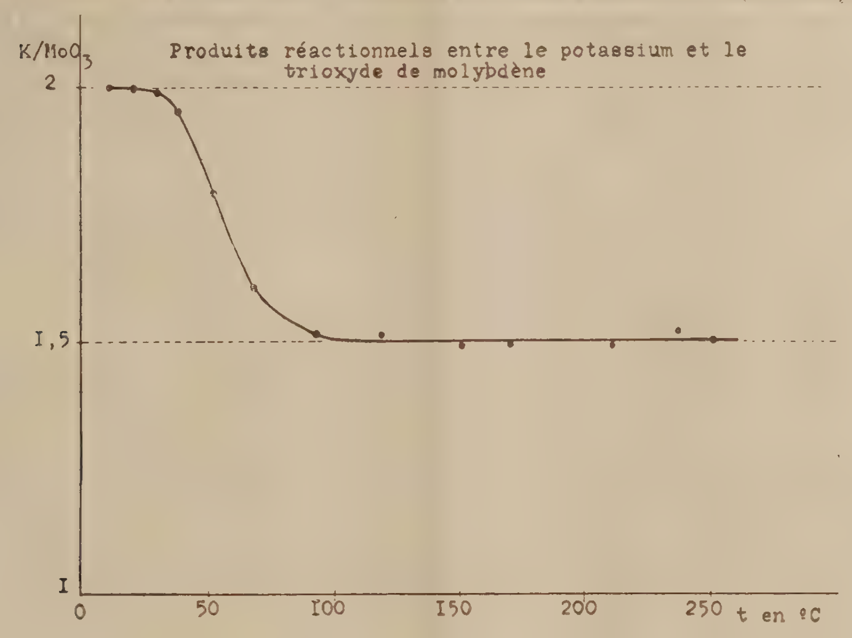
Pour des différences de température t_c, supérieures à 220-230° C, la réaction à partir de l'oxyde de molybdène ou du produit MoO_3K_2, devient plus brutale et l'échauffement réactionnel peut entraîner la fusion partielle du produit. Cependant une réaction ménagée entre l'oxyde et le métal alcalin reste possible, il suffit de partir d'une température t_1 inférieure à 200° C augmentée très progressivement jusqu'à 250° C. On peut aussi utiliser le produit $Mo_2O_6K_3$ porté à température t_2, supérieure à $t_1 + t_c$.

Le produit de formule brute MoO_3K_2, se présente sous forme de cristaux brillants, noirs bleutés, très oxydables et très hygroscopiques. Le produit de formule brute $Mo_2O_6K_3$, en cristaux mats, bleus noirs, est moins altérable à l'air humide que le précédent. Ces deux produits ne contiennent ni trioxyde de molybdène, ni molybdate de potassium libres, car traités par l'acide chlorhydrique gazeux anhydre, à température inférieure à 500° C, ils ne forment pas de chlorhydrine molybdique. En l'absence rigoureuse d'oxygène, l'eau réagit sur MoO_3K_2 avec dégagement d'hydrogène. Par filtration, on sépare

(³) *Bull. Soc. Chim. F.*, **14**, 1947, p. 976.

(⁴) A. Hérold, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 838.

d'une solution incolore et non réductrice d'hydroxyde et de molybdate de potassium, un produit noir insoluble, très oxydable, contenant après séchage sous vide, de l'hydrogène, de l'oxygène, et du molybdène. Le degré d'oxyda-



tion moyen de ce dernier est compris entre deux et trois. L'éthanol anhydre réagit comme l'eau mais le molybdate de potassium formé, insoluble dans l'alcool, reste mélangé au produit noir. Le produit $M_2O_6K_3$ réagit comme le précédent, sans dégagement d'hydrogène.

Il y a donc tout lieu de penser qu'il s'agit de composés définis qui se dismutent en présence d'eau, le premier pouvant dériver du second par insertion de métal alcalin.

Les analyses permettant d'écrire les équations réactionnelles correspondantes, feront l'objet d'une note ultérieure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les monochloracétates et propionates de glucinium.* Note de MM. **Jean Besson** et **Horst Dietrich Hardt**, présentée par M. Louis Hackspill.

Alors qu'il existe, pour chacun des deux premiers acides de la série grasse, deux sels de glucinium bien définis, le sel normal $Be(RCOO)_2$ et l'oxysel $Be_4O(RCOO)_6$ [1], on n'obtient plus, quand le radical acide se complique, que des cristaux mixtes d'oxysel et de sel normal ou d'acide, non stœchiométriques à froid. Chauffés, ils se transforment en oxysel pur, sans modification importante de structure cristalline.

---

[1] J. Besson et H. D. Hardt, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1525 et 238, 1954, p. 355.

B. Glassmann [2] signale l'existence d'un *monochloracétate de glucinium* auquel il attribue la formule d'un oxysel $Be_4O(CH_2ClCOO)_6$. En fait l'obtention d'un tel composé est délicate.

L'action d'une solution aqueuse d'acide monochloracétique sur $Be(OH)_2$ ne conduit, après évaporation, qu'à un résidu non cristallisé, contenant surtout les produits d'hydrolyse de $CH_2Cl—COOH$, c'est-à-dire l'acide glycolique, $CH_2OH—COOH$, et les polymères résultant de sa déshydratation. Si l'on ajoute $Be(OH)_2$ à l'acide monochloracétique anhydre fondu, on obtient, après refroidissement, une masse solide, hygroscopique, contenant, à côté des produits initiaux non transformés et des produits d'hydrolyse déjà mentionnés, du chlorure et du chloracétate de glucinium. On peut extraire ce dernier par différents solvants, mais le produit, même recristallisé, n'est pas pur (point de fusion variable de 140 à 180°).

Nous avons par contre obtenu un très bon résultat de la façon suivante. Un mélange de gel de silice et d'hydroxyde bien sec en suspension dans le benzène bouillant est traité par une solution benzénique d'acide monochloracétique. L'eau formée distille avec le benzène. Le gel de silice peut aussi en adsorber une partie, mais il joue également un rôle purement mécanique en empêchant la prise en masse du contenu du ballon. Après filtration, on peut faire cristalliser de la solution benzénique de petits prismes biréfringents, bien formés, de monochloracétate de glucinium. Leur point de fusion (légère décomposition) est alors de 181 ± 4°. Ils sont solubles dans les solvants organiques usuels.

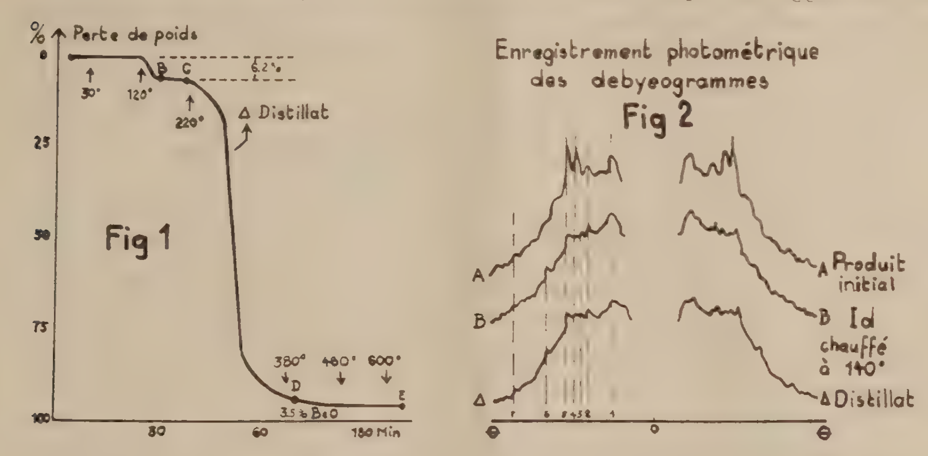
Cependant, bien que visiblement d'une seule espèce, ces cristaux possèdent une composition variable entre celles de l'oxysel et du sel normal. Très lentement dès la température ordinaire, rapidement vers 120°, ils perdent de l'anhydride (ou de l'acide) monochloracétique (*fig.* 1). A 140° leur composition est exactement celle de l'oxymonochloracétate et reste à peu près constante jusqu'à la fusion, accompagnée de sublimation, de ce sel. Les spectres Debye du distillat et du produit chauffé à 140° sont d'ailleurs identiques. Celui du produit initial est légèrement différent (*fig.* 2). *On doit donc considérer que, par suite de l'encombrement du radical organique, il y a ici possibilité de cristaux mixtes oxysel-sel normal (ou oxysel-acide), possédant déjà sensiblement le réseau cristallin de l'oxysel. Ce sont ces cristaux mixtes qui se forment à la température ordinaire. Ils donnent rapidement vers 120° de l'oxysel vrai qui fond et distille ensuite.* Des réactions secondaires, en particulier la formation de $BeCl_2$, compliquent le phénomène et conduisent finalement à un résidu de BeO.

Un échantillon de *monobromacétate* préparé de façon analogue, a donné des résultats tout à fait comparables.

Le *propionate* se comporte aussi de même. On l'obtient assez facilement

(2) *Ber.*, 40, 1907, p. 3059, cité d'après *Chem. Zentral Blatt*, 1, 1908, p. 33.

en ajoutant Be $(OH)_2$ à de l'acide propionique et en recristallisant le produit de la réaction dans l'éther de pétrole ou l'éther diéthylique. La structure des prismes monocliniques ainsi obtenus est connue depuis Bragg, mais on



ne semble pas avoir remarqué jusqu'ici que la composition de ces cristaux, pourtant très bien formés et même volumineux (15 mm), était variable entre celles de l'oxysel et du sel normal. On n'observe pas ici de palier sur la courbe de décomposition thermique, mais les cristaux perdent, dès la température ordinaire, de l'anhydride ou de l'acide propionique et, vers 95°, deviennent opaques par pulvérisation, sans changer de structure cristalline. On obtient alors seulement l'oxysel vrai $Be_4O(C_2H_5COO)_6$ qui fond à 134° et distille ensuite à 325-330° sans décomposition notable. Remarquons ici que les encombrements des radicaux monochloracétyle et propionyle sont comparables, ce qui permet des types de structure analogues. Il serait intéressant de voir comment se comportent les homologues supérieurs des sels étudiés, mais la séparation du sel à l'état cristallisé et de l'acide en excès devient de plus en plus difficile. A partir du butyrate, nous n'avons pu encore la réaliser.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tétrachlorure de carbone sur les méthylcétones aliphatiques saturées en présence d'agents alcalins.* Note (*) de MM. **René Lombard** et **Roger Boesch**, présentée par M. Marcel Delépine.

Parallèlement aux études que nous poursuivons sur la combinaison du chloroforme et des composés carbonylés en présence d'agents alcalins [1], [2], nous avons étudié, dans des conditions analogues, l'action du tétrachlorure de carbone sur les méthylcétones : il se forme dans les deux cas (tétrachlorure ou chloroforme) le même alcool trichloré.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

[1] Lombard et Boesch, *Bull. Soc. Chim.*, 20, 1953, M 733, C 23.

[2] Boesch, *Bull. Soc. Chim.*, 20, 1953, M 1050.

Un seul travail a, jusqu'ici, été consacré à l'action du tétrachlorure de carbone sur les cétones, celui de Willgerodt [3] qui s'est borné à constater la formation d'un corps solide, qu'il n'a d'ailleurs pas identifié, dans l'action du tétrachlorure de carbone sur l'acétone en présence de potasse pulvérisée : nous avons repris la question et constaté que le mode opératoire le plus avantageux est le suivant :

Le mélange de 5 moles de méthylcétone et 1 mole de tétrachlorure de carbone est refroidi à — 5°; on y introduit peu à peu (en 2 h) la potasse pulvérisée (teneur en KOH 84 %) en agitant et on maintient l'agitation pendant 1 h encore; puis on ajoute de la glace et on neutralise par l'acide sulfurique à 30 % : il y a formation d'un précipité que l'on essore et lave sur le filtre avec du tétrachlorure; le filtrat comporte deux couches; on soumet la couche aqueuse à des extractions répétées par le tétrachlorure de carbone : les extraits sont joints à la couche huileuse; on distille le tétrachlorure et la cétone en excès et on entraîne à la vapeur; suivant les cas le produit entraîné cristallise ou reste liquide : on l'essore ou on le rectifie.

Le produit formé est identique à celui obtenu dans l'action du chloroforme sur les mêmes cétones; c'est le trichlorométhyl-2 propanol-2 (acétone-chloroforme)

$$CH_3—C(OH)(CCl_3)—CH_3 \qquad (F\ 98,5\text{-}99°;\ \dot{E}_{760}\ 169°)$$

dans le cas de l'acétone et le trichlorométhyl-2 butanol-2

$$CH_3—C(OH)(CCl_3)—CH_2—CH_3 \qquad (n_D^{20}\ 1,484;\ d_4^{20}\ 1,337;\ \dot{E}_{15}\ 78°)$$

dans le cas de la méthyléthylcétone : la formule de ce dernier a été vérifiée par un dosage de chlore (trouvé : 55,4 %; calculé pour $C_5H_9OCl_3$: 55,55 %).

Comme dans le cas du chloroforme l'alcool α-trichloré est obtenu sous la forme d'alcoolate de potassium mais, tandis qu'avec le chloroforme le rendement est maximum pour 0,9 mole de potasse par mole de chloroforme [4], il faut atteindre ici 3 moles de potasse par mole de tétrachlorure comme le montrent les résultats suivants, relatifs aux conditions expérimentales définies plus haut, pour l'acétone et le tétrachlorure :

Nombre de moles de potasse	0,9	1,5	2	3	4
Rendement rapporté au tétrachlorure (%)	28	47	47	53	25

D'autre part dans le cas du chloroforme il est préférable d'opérer avec un excès de chloroforme (2 moles de chloroforme pour 1 mole de cétone) [2] tandis qu'ici il est préférable d'opérer avec un excès de cétone (5 moles de cétone par mole de tétrachlorure) ce qui est évidemment lié au fait que la cétone fonctionne comme réducteur et qu'il en faut un assez large excès.

(3) WILLGERODT, *Ber. chem. Gesells.*, 14, 1881, p. 2459.
(4) WEIZMANN, BERGMANN et SULZBACHER, *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 1948, p. 1190.

La littérature offre divers exemples de réactions où le chloroforme et le tétrachlorure conduisent au même corps : ainsi l'orthoformiate d'éthyle prend naissance dans l'action de l'éthylate de sodium sur le chloroforme (5) ou le tétrachlorure de carbone (6); la phénylcarbylamine prend naissance dans l'action du chloroforme (7) ou du tétrachlorure (8) sur l'aniline en présence de potasse alcoolique.

Dans ces réactions le réactif opposé au tétrachlorure de carbone fonctionne comme réducteur; c'est ainsi que nous formulons la réaction du tétrachlorure sur les méthylcétones comme suit :

$$4R.CO.CH_3 + 3CCl_4 + 8KOH \rightarrow 3R.C(OK)(CCl_3).CH_3 + R.CO_2K + H.CO_2K + 3ClK + 5H_2O.$$

Nous avons effectivement mis en évidence le formiate et l'acétate de potassium dans les produits résultant de l'action du tétrachlorure de carbone sur l'acétone.

Il ne nous paraît pas actuellement possible de préciser le mécanisme de la réaction. Notons toutefois que, parmi les cétones, seules les méthylcétones se prêtent à la réaction; en particulier la cyclohexanone, dont le groupe carbonyle est pourtant très réactif, ne réagit pas : nous concluons que seules les méthylcétones sont suffisamment réductrices pour réagir.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de la concentration en catalyseur basique lors de la réaction de condensation des cétones avec les aldéhydes en cétols mixtes.* Note (*) de MM. **Jacques-Émile Dubois** et **Robert Luft**, présentée par M. Marcel Delépine.

Il est montré que, dans des conditions expérimentales identiques, les rendements de cétolisation de la pentanone-3 avec cinq aldéhydes sont maxima pour la même concentration en catalyseur. Des valeurs de ces « concentrations optima en catalyseur » pour les cétones sont données pour quatre cétones aliphatiques.

La condensation des cétones avec les aldéhydes conduit à des cétones β-hydroxylées ou β-cétols mixtes selon une nomenclature proposée par ailleurs (1).

Le schéma suivant qui résume le mécanisme actuellement adopté, tout au moins comme la meilleure représentation de la condensation cétolique,

(5) Williamson, Kay, *Ann.*, 92, 1854, p. 346.
(6) Ingold, Powell, *J. Chem. Soc.*, 119, 1921, p. 1228.
(7) Hofmann, *Ann.*, 144, 1867, p. 114.
(8) Krafft, Merz, *Ber. Chem. Gesells.*, 8, 1875, p. 1298.

(*) Séance du 18 janvier 1954.
(1) J.-E. Dubois, *Bull. Soc. Chim.*, octobre 1953, p. C 13-16.

souligne l'importance de la constante d'ionisation de la cétone

$$(1)\qquad -HC-\underset{\underset{O}{\Vert}}{C}- + B \rightleftarrows BH^{+} + :\underset{|}{C}-\underset{\underset{O}{\Vert}}{C}-$$

$$(2)\qquad -C=O + :C-\underset{\underset{O}{\Vert}}{C}- \rightarrow -\underset{\underset{O^{-}}{|}}{C}-\underset{|}{C}-\underset{\underset{O}{\Vert}}{C}-$$

L'étape de l'addition nucléophile (²) étant malheureusement sensible à l'effet stérique, il est difficile du point de vue cinétique d'atteindre directement la constante d'ionisation de la cétone. Dans le but d'arriver cependant à mettre en évidence le rôle de la structure de la cétone dans la condensation *hydroxy-carbonylique*, nous étudions, sans pouvoir les séparer complètement dans les essais, d'une part l'action du catalyseur sur l'ionisation (étape I) et d'autre part l'influence de l'effet structural dans l'étape II, c'est-à-dire celle de l'addition nucléophile.

Dans une étude antérieure (³), l'un de nous a montré qu'il existe une zone de concentration du catalyseur basique pour obtenir le cétol de la butanone et de l'éthanal avec un rendement maximum. Mais une seule étude n'était pas suffisante pour pouvoir décider, si la concentration optima en catalyseur est une fonction du couple « *cétone aldéhyde* » ou si, au contraire, elle se trouve être une *valeur caractéristique de la cétone*. Pour résoudre cette question, nous avons entrepris l'étude des rendements de concentrations de certains couples « aldéhyde-cétone ».

Les résultats expérimentaux communiqués dans cette Note devant être interprétés par ailleurs, nous n'avons réuni que les rendements en cétol, à l'exclusion de ceux des autres fractions de distillation.

Les concentrations en catalyseur sont exprimées par rapport à la quantité de cétone utilisée. Elles sont données en poids (gr KOH/100 gr cétone). Ces valeurs seront transformées en concentrations molaires ultérieurement. Rapport cétone/aldéhyde : fixe pour une série d'essais.

Rendements de β-cétolisation mixte et concentration du catalyseur. — Nous avons rassemblé, dans le tableau I, les résultats relatifs à la condensation de l'éthanal avec la butanone, la pentanone-3 et la méthyl-3 butanone-2 :

Remarque. — Nous traiterons par ailleurs les cas des condensations de l'acétone et ceux de l'isobutanal.

(²) J.-E. Dubois, *Thèse*, Grenoble, 1947, p. 1-21.

(³) J.-E. Dubois, *Bull. Soc. Chim.*, **16**, 1949, p. 66-68.

TABLEAU I.

Cétolisation mixte de l'éthanal avec une cétone.

(Pour chaque cétone, la première ligne de valeurs a trait à la concentration en catalyseur, la seconde au rendement en cétol mixte.)

Type de cétone.								
Butanone	Conc. KOH..	0,155		0,388		0,777		1,555
	Rdt (%).....	71–77		80–87		65–74		60–67
Pentanone-3	Conc. KOH..	0,20	0,35	0,50	0,75	1,00	1,50	
	Rdt (%).....	35	40	45	56	70	56	
Méthyl-3 butanone-2	Conc. KOH..	0,20	0,35	0,50	0,60	0,65	0,75	1,00
	Rdt (%).....	37	46	58	70	61,5	54	50

CONCENTRATION OPTIMUM DU CATALYSEUR. — A. *Cas « éthanal + cétone* X ». — Les valeurs du tableau I permettent de montrer qu'il existe pour les différents couples « cétone-éthanal » une concentration du catalyseur pour laquelle le rendement en cétol mixte passe par un maximum. Dans le tableau II, nous avons rassemblé les « concentrations optima en catalyseur » déterminées expérimentalement avec l'éthanal et différentes cétones.

TABLEAU II.

Type de cétone.	Butanone.	Pentanone-2.	Méthyl-3 butanone-2	Pentanone-3.
Concentration optimum en catalyseur...	0,37	0,55	0,60	1,00

B. *Cas « pentanone-3 + aldéhyde* X ». — L'étude précédente a montré qu'il existe pour le catalyseur soit une concentration précise, soit un intervalle de concentration très resserré, qui caractérise chacun *des couples* étudiés « *cétone aliphatique-éthanal* ».

Il restait encore à préciser, si cette position du maximum de cétolisation des graphiques « R % [catalyseur] » est déterminée par *la nature de l'aldéhyde ou par celle de la cétone*. Dans une deuxième série d'essais, nous avons donc étudié la condensation du butanal, de l'hexanal et de l'heptanal avec la pentanone-3. Par ailleurs F. Weck a effectué, dans notre laboratoire, les essais avec l'isovaléral. Dans tous les cas, le rendement optimum en cétol mixte a été atteint avec 1 % de KOH pour 100 g de cétone; cette valeur est également celle trouvée dans la cétolisation effectuée avec l'éthanal.

Nous avons ainsi constaté que, pour cinq aldéhydes aliphatiques condensés avec la pentanone-3, les meilleurs rendements sont obtenus pour la même concentration en catalyseur. Cette concentration est donc, d'après ces premiers résultats d'ensemble, spécifiquement *liée à la nature de la cétone*.

Nous poursuivons ces essais pour vérifier si ce phénomène est général.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de la coupure des cétones α-éthyléniques par les amines secondaires.* Note de Mlle **Henriette Larramona**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les cétones α-éthyléniques $CH_2{=}\overset{|}{C}{-}COR'$ contrairement aux cétones α-éthyléniques $CH_2{=}C{-}CO{-}Ar$ ne subissent pas de réaction de coupure par les amines secondaires. La différence de comportement de ces deux groupes de composés est due à la différence de stabilité des β-amino-cétones correspondantes, résultant de la fixation de l'amine sur la double liaison.

Nous avons montré récemment (1) que les cétones α-éthyléniques I*a* subissent en présence d'amines secondaires (2) une réation de coupure qui conduit à une cétone saturée (III). Nous avons également élucidé le mécanisme de cette réaction et montré qu'elle s'effectue en deux stades : le premier (réaction 1) consiste en la fixation de l'amine sur la double liaison avec formation de la β-aminocétone correspondante II, le second (réaction 2) est la réaction de coupure proprement dite qui se ramène à la réaction inverse de l'aminoalcoylation (3).

$$R{-}\underset{\substack{\| \\ CH_2}}{C}{-}\underset{\substack{\| \\ O}}{C}{-}R' \underset{}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} R{-}\underset{\substack{| \\ CH_2 \\ | \\ N<}}{CH}{-}\underset{\substack{\| \\ O}}{C}{-}R' \overset{2}{\rightleftharpoons} R{-}CH_2{-}\underset{\substack{\| \\ O}}{C}{-}R' + CH_2\langle\begin{smallmatrix}N< \\ N<\end{smallmatrix}$$

I. *a* — $R' = C_6H_5$; *b* — $R' =$ alcoyle. II. *a* — $R' - C_6H_5$; *b* — R — alcoyle. III *a* - $R' = C_6H_5$

Dans le présent travail nous avons constaté que les cétones éthyléniques I*b* contrairement aux cétones éthyléniques I*a* ne donnent pas lieu à cette réaction de coupure. Nous nous sommes proposé d'étudier les causes de la différence de comportement de ces deux groupes de cétones éthyléniques. A cette fin, il fallait en premier lieu, déterminer si le radical R' influence la réactivité de la double liaison de la cétone éthylénique vis-à-vis des amines (réaction 1), ou bien si cette influence ne se manifeste que dans le comportement des β-aminocétones vis-à-vis du même réactif (réaction 2).

L'étude comparative de quelques cétones α-éthyléniques ($R = CH_3$, $R' = C_2H_5$; $R = C_2H_5$, $R' = CH_3$; $R = C_6H_5$, $R' = CH_3$; $R = H$, $R' = C_6H_5$ et $R = CH_3$, $R' = C_6H_5$) a montré que la réactivité de la double liaison était peu affectée par la nature du radical R' : aussi bien les cétones éthyléniques (I*a*) que les cétones éthyléniques (I*b*) fixent les amines à froid pour donner les

---

(1) H. Larramona, *Comptes rendus*, 232, 1952, p. 66.

(2) Les amines primaires donnent également la réaction de coupure, tandis que les amines tertiaires ne la donnent pas.

(3) Signalons que certains auteurs (J. Matti et P. Raynaud, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2153 et D. Taber, E. I. Becker, *Abstracts of papers*, 1953, p. 76-O) qui semblent ignorer nos travaux sont arrivés aux mêmes conclusions que nous.

β-aminocétones correspondantes (II). Par contre la nature du radical R′ (aliphatique ou aromatique) exerce une influence primordiale sur les propriétés des β-aminocétones. En effet ([4]) les aminocétones (II*b*) sont stables tant à chaud qu'à froid, vis-à-vis des amines tandis que les β-aminocétones (II *a*) donnent, dans les mêmes conditions, une réaction de coupure.

Par conséquent l'étude des causes de la différence de comportement des cétones éthyléniques vis-à-vis des réactifs aminés, se ramène en réalité à l'étude de l'influence de la structure sur la stabilité des β-aminocétones en présence de ces réactifs. Les considérations théoriques suivantes sont susceptibles d'apporter une solution à ce problème.

Comme B. Tchoubar l'a déjà signalé ([4]) il y a lieu de supposer qu'en général tous les composés du type >C(X)—Y où un même carbone porte deux groupements dont l'un (X) est attracteur et l'autre (Y) donneur d'électrons, le groupement attracteur est lié au carbone par une liaison qui se rapproche (plus ou moins, suivant les cas) d'une électrovalence.

Dans le cas des β-aminocétones (II), Y est un groupement aminé et X est constitué par le reste carboné R—CH—CO—R′ qui, comme on le sait est attracteur d'électrons. Le caractère polaire de la liaison entre les carbones α et β des β-aminocétones (II) peut être exprimé soit par le schéma A soit par le schéma B.

R—C(α)—C—R′ ; >C(β) ; C=O ; N<   A

R—C(α)=C—R′ ; δ+{>C(β) ; N<} ; O   B

Comme on le voit d'après ces schémas ([8]) les β-amino cétones présentent vis-à-vis d'un réactif nucléophile (amine secondaire en ce qui nous concerne) deux centres d'attaque ; le carbone du carbonyle et le carbone β porteur de l'amine. Par conséquent la plus ou moins grande stabilité de la β-amino cétone vis-à-vis d'un agent nucléophile peut être expliquée par la réactivité relative du carbone du carbonyle et du carbone β. Lorsque le carbone du carbonyle est plus réactif que le carbone β, le réactif nucléophile donne un composé d'addition (IV) dans lequel la liaison α—β perd son caractère polaire (réaction 3). Dans le cas con-

---

([4]) *Voir* également H. Larramona et B. Tchoubar, *Bull. Soc. Chim.*, **20**, 1953, p. 53.

([5]) *Bull. Soc. Chim.*, 1947, p. 838.

([6]) Mannich et Heilner, *Ber* 55, 1922, p. 356; Burckhalter, Reynold et Fuson, *J. Amer. Chem. Soc.*, **70**, 1948, p. 4184.

([7]) Blicke et Burckhalter, *J. Amer. Chem. Soc.*, **64**, 1942, p. 451.

([8]) Le pointillé entre les carbones α et β indique que cette liaison est intermédiaire entre une covalence et une électrovalence.

traire, l'attaque du réactif se porte sur le carbone β et provoque la rupture de la liaison α — β, en donnant d'une part le composé aminé (VI) et d'autre part l'ion énolate-carbeniate (V) qui conduit à la cétone de coupure (réaction 4).

R CH–C R' / CH_2 O / N< ⇄ (3) R CH C R' (OH) (N<) / CH_2 / N (IV)

⇄ (4) R–CH ═ C–R' (O) (V) + CH_2 (N<) (N) (VI)

Cette manière de voir est en accord avec les faits observés. En effet seules les β-amino cétones II a($R' = C_6H_5$) pour lesquelles la réactivité du carbonyle est diminuée par la conjugaison avec le phényle, donnent la réaction inverse de l'amino alcoylation.

Les cétones éthyléniques I a (R' = alcolyle) sont préparées par la méthode décrite par Colonge et Cumet ([5]), les cétones éthyléniques I b sont obtenues par désamination des β-amino cétones correspondantes préparées suivant la méthode de Mannich ([6]). Les β-amino cétones obtenues par fixation à froid d'une molécule de diéthylamine sur la cétone éthylénique, sont toutes connues et identiques aux β-amino cétones préparées par la réaction de Mannich ([7]). Si on fait agir un excès de réactif sur les cétones éthyléniques I b on obtient les cétones de coupure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stéréochimie des phénylsérines. Configuration des aldols-hydantoïnes de la β-p-nitro-phénylsérine.* Note de Mlle **Denise Billet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans une Communication précédente ([1]) nous avons établi la configuration des aldols hydantoïniques de la β-phénylsérine en utilisant la réaction entre le cyanate de potassium et chacun des stéréo-isomères de la phénylsérine.

En appliquant la même condensation au dérivé p-nitré, nous avons préparé l'aldol (I) sous ses deux formes stéréo-isomères

$$NO_2-C_6H_4-CHOH-CH(NH_2)-COOH + \underset{CO}{NH} \rightarrow NO_2-C_6H_4-CH(OH)-\overset{H}{C}\begin{matrix}-CO \\ NH\;\;\;NH \\ CO\end{matrix}$$

(I)

Ce dernier avait été préparé par Phillips et Murphy ([2]) par réaction de

([1]) *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 724.

([2]) *J. Org. Chem.*, **16**, 1951, n° 2, p. 954.

l'aldéhyde paranitrobenzoïque sur l'hydantoïne en présence de pipéridine

$$NO_2-C_6H_4-CHO + \begin{array}{c} H_2C\text{——}CO \\ HN\quad NH \\ CO \end{array} \xrightarrow{\text{pipéridine}} NO_2-C_6H_4-\underset{OH}{CH}-\overset{H}{C}\begin{array}{c}\text{——}CO \\ HN\quad NH \\ CO\end{array}$$

Les auteurs ont décrit une seule substance, issue de cette condensation, F 253-254°, qui se sépare facilement étant très peu soluble.

Nous avons fait réagir le cyanate de potassium sur chacun des isomères de la β-*p*-nitrophénylsérine selon le mode opératoire utilisé pour la phénylsérine.

L'acide aminé *érythro*, préparé selon la technique de Bergmann [3] nous a conduit à une substance ne présentant pas de coloration avec la ninhydrine, fondant à 290° (bloc) dont l'analyse est en accord avec la formule (I).

La *p*-nitrophénylsérine *thréo*, dont la synthèse a été effectuée par nitration de la β-phénylsérine thréo avec acétylation préalable selon D. Woolley [4] a donné naissance à un produit isomère du précédent mais fondant à 268-270°; le mélange des deux aldols présente un point de fusion abaissé (255°) ce qui nous incite à penser que l'aldol décrit par Phillips et Murphy est constitué par un mélange des deux formes.

Les spectres d'absorption de ces composés, mesurés en solution aqueuse, sont rigoureusement identiques; d'autre part, les composés synthétisés ont pu être différenciés du 5-(4-nitrobenzylidène) hydantoïne (II) décrit par Wheeler et Hoffmann [5] d'après l'abaissement du P. F. observé par mélange de ce composé avec chacun des aldols et par les taux de carbone, hydrogène et azote qui diffèrent sensiblement.

$$NO_2-C_6H_4-CHO + \begin{array}{c} H_2C\text{——}CO \\ HN\quad NH \\ CO \end{array} \xrightarrow[(CH_3COOH)]{(CH_3COONa)} NO_2-C_6H_4-CH=C\begin{array}{c}\text{——}CO \\ HN\quad NH \\ CO\end{array}$$

(II)

Ce travail nous permet d'établir que, parallèlement à la série de la phénylsérine [1], l'aldolhydantoïne qui fond le plus haut appartient à la série érythro.

Partie expérimentale (α-hydroxy-*p*-nitrobenzyl)-(hydantoïne). — 1 g de *p*-nitrophénylsérine et 0,4 g de CNOK sont dissous dans 25 cm³ d'eau et évaporés dans une capsule au bain-marie; la masse solide reprise par ClH à 10 % est soumise à ébullition au reflux un quart d'heure; par refroidissement, il se sépare des cristaux qui sont recristallisés deux fois dans l'alcool aqueux.

([3]) Bergmann, Genas et Bendas, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 361.

([4]) *J. Biol. Chem.*, 1, 1950, p. 185.

([5]) *Am. Chem. J.*, 45, 1911, p. 381.

Isomère érythro. — Cristaux jaunes, ayant l'aspect d'aiguilles vus au microscope; F 290°. Abaissement du point de fusion par mélange avec le même composé préparé à partir de l'acide aminé thréo. Analyse : $C_{10}H_9O_5N_3$, calculé %, C 47,8; H 3,58; N 16,7; trouvé %, C 48,05; H 3,74; N (Dumas) 16,58.

Isomère thréo. — Cristaux jaune pâle, ayant l'aspect de tablettes, vus au microscope; F 268°. Abaissement du point de fusion par mélange avec le même composé préparé à partir de l'acide aminé érythro. Analyse % : C 47,66; H 3,94; N 16,35.

RADIOCRISTALLOGRAPHIE. — *Utilisation d'un compteur à cristal en radiocristallographie.* Note (*) de M. **Živko Mihailović**, présentée par M. Charles Mauguin.

Application des cristaux semiconducteurs en radiocristallographie pour la détection et la mesure de l'intensité des faisceaux diffractés de rayons X. Le spectromètre de Bragg équipé avec un compteur à cristal. Diagrammes des spectres enregistrés.

Le compteur à cristal est utilisé pour la mesure de l'intensité et de l'énergie du rayonnement corpusculaire et électromagnétique. Plusieurs montages réalisés ([1]) démontrent la possibilité d'application des cristaux compteurs comme détecteurs de rayons X durs (utilisation comme moyen de contrôle de certains produits industriels, pièces métalliques par exemple).

Le but de ce travail est d'utiliser un compteur à cristal en radiocristallographie pour la détection et la mesure de l'intensité des faisceaux diffractés provenant d'un rayonnement X mou d'intensité relativement faible.

On a utilisé à cet usage des cristaux de CdS et de AgI, en déposant sur deux faces opposées d'un cristal une couche d'aquagraph (graphite colloïdale) pour réaliser les électrodes. Les fils de connection en cuivre de 0,2 mm de diamètre et d'une longueur de quelques centimètres sont fixés sur les électrodes avec ce produit. Le support du cristal est fait en plexiglass.

La tension de polarisation appliquée aux cristaux compteurs est de 13,5 V

Le compteur à cristal est un détecteur très facile à monter parce qu'il n'exige ni fenêtre (un des inconvénients de la chambre d'ionisation), ni fente. Le cristal peut être très petit. La surface irradiée des cristaux utilisés varie de 1 mm² jusqu'à 6 mm². Cette surface sensible, réduite donne au spectromètre un bon pouvoir séparateur.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

([1]) R. Frerichs et J. E. Jacobs, *G. E. Rev.* (USA), 54, 1951, p. 42; J. F. Howell, *Electronics*, mai 1953, p. 159-161; *Proc. Nation. Electron. Conf.* (USA), 7, 1951, p. 337.

Pour mesurer le courant photoélectrique provenant des cristaux compteurs on emploie un amplificateur à courant continu avec son préamplificateur. L'impédance d'entrée de cet appareil est de $10^{11}\ \Omega$. Les courants mesurés sont de l'ordre de 10^{-11} à 10^{-9} A.

Le spectromètre employé rappelle le spectromètre classique de Bragg à cristal tournant, la chambre d'ionisation de celui-ci étant remplacée par le compteur à cristal. Le cristal étudié tourne à une vitesse de 3°/mn.

Un enregistreur électronique a été branché en série avec amplificateur pour enregistrer directement l'intensité des raies de réflexion.

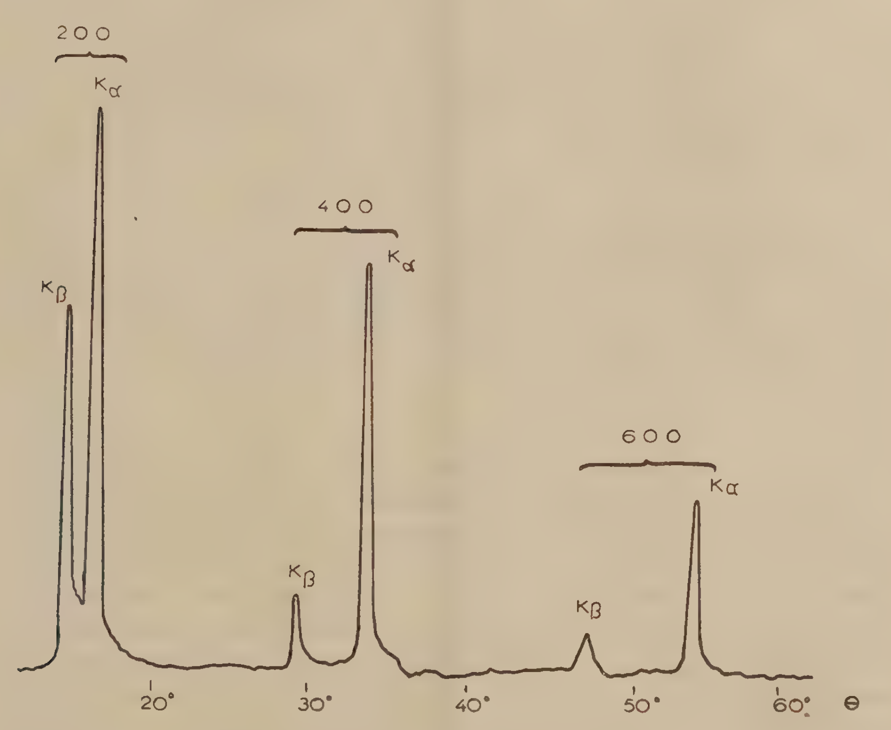


Fig. 1. — Spectre obtenu avec NaCl. Rayonnement du Cu non filtré. Compteur CdS (1 mm² × 0,2 mm).

Dans les premières expériences on a ainsi enregistré les spectres donnés par NaCl et la calcite avec le rayonnement K non filtré du Mo et du Cu (*fig.* 1, 2).

Les diagrammes montrent que le compteur à cristal ne revient pas immédiatement après l'excitation à son régime normal, c'est-à-dire que le courant ne disparaît que lentement. Ce phénomène peut être expliqué par l'existence d'une charge spatiale résiduelle dans le cristal. La durée de ce phénomène dépend de l'intensité du courant photoélectrique fourni

par le cristal, ce temps peut varier entre 6 et 12 s. Si à ce moment un nouveau courant est provoqué par l'action de rayons X, malgré cela, le cristal est capable de donner une nouvelle réponse, mais, son zéro est

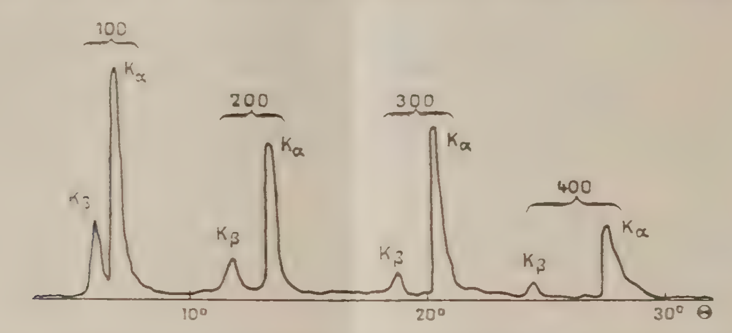


Fig. 2. — Spectre obtenu avec la calcite. Rayonnement du Mo non filtré. Compteur AgI.

déplacé. Pour éliminer ce phénomène il suffit de ralentir un peu la vitesse de rotation de l'ensemble compteur-échantillon.

En conclusion on peut dire que l'utilisation des cristaux semiconducteurs comme détecteurs quantitatifs de rayons X en radiocristallographie s'avère possible. Leur faible encombrement et leur légèreté se prêtent à des montages très variés.

GÉOLOGIE. — *Sur quelques particularités de la géologie de l'extrémité septentrionale du massif cristallin de Belledonne dans la région du Beaufortain (Alpes françaises)*. Note de M. Claude Bordet, présentée par M. Paul Fallot.

Dans une Note précédente (1), nous avons décrit une coupe tracée du Nord-Ouest au Sud-Est, d'Albertville au Grand Mont et au delà. Les éléments de cette coupe se poursuivent vers le Nord-Est en direction du Mont Blanc (2).

I. La série « des schistes verts », redoublée et en partie migmatisée au Grand Mont, se poursuit dans les massifs du Bersend et de l'Outray. Elle se termine par deux voussoirs qui s'ennoient périclinalement peu au Nord du lac de la Girotte. Elle est traversée par deux massifs granitiques distincts : le granite du Roc Blanc (massif du Bersend) et le granite de l'Outray. Ces granites sont pétrographiquement identiques : gris clair ou verdâtres à grands phénocristaux de feldspaths.

(1) P. et C. Bordet, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 305.

(2) *Voir* cartes topographiques au 1/50 000e, *feuilles de Saint-Gervais et de Bourg Saint-Maurice*.

Le granite du Roc Blanc présente vers le Sud un contour régulier et arrondi, entouré par une auréole de contact; vers le Nord il se termine, non loin du col du Sallestet, par une lame effilée complètement écrasée.

Par contre, le contour du granite de l'Outray est un losange presque parfait : il est sur ses quatre côtés en contact par faille avec la série verte. Sa pointe nord s'ennoie périclinalement sous la couverture secondaire : la surface morphologique antétriasique y est bien visible. Cette structure est due à la superposition des orogénèses hercyniennes et alpines; les contacts nord-nord-ouest-sud-sud-est sont attribuables à la première, les contacts nord-est-sud-ouest à la seconde.

Ces deux granites sont mylonitisés en de nombreux points : la phase majeure de mylonitisation est antéstéphanienne; en effet, le Stéphanien non écrasé est transgressif sur le granite de la pointe de l'Outray.

2. Les granites du Roc Blanc et de l'Outray diffèrent pétrographiquement et structuralement du granite de Beaufort. Ce dernier est généralement à grain fin, de couleur rose. Il traverse le rebord interne de la série occidentale des « schistes satinés » dont il est pourtant séparé par une lame de cargneules pincées verticalement. Il affleure également en deux points dans le fond de la vallée du Dorinet près d'Annuit et près du Planay de Belleville. Il est séparé des granites précédents par la prolongation du Synclinal de la Bathie, qui s'intercale entre les rameaux internes et externes de Belledonne. Ce synclinal traverse le Doron à 1500 m à l'amont de Beaufort, mais il est caché par la couverture quaternaire.

3. A l'Est de la série verte, la série des schistes satinés migmatisés (massif du Grand Mont) est, à partir de Roselend, redoublée en direction du Nord-Est en deux voussoirs parallèles. Le plus oriental porte une couverture de Stéphanien. Il disparaît sous la série sédimentaire secondaire du col du Joly, réapparaît dans la vallée des Contamines et se poursuit dans le massif du Mont Blanc.

4. Série verte et série orientale des schistes satinés sont séparées par un synclinal contenant du Trias et parfois du Lias, où flottent des écailles de Stéphanien. Ce synclinal passe aux cols du Sallestet et du Pré. Son prolongement direct vers le Nord-Est est le synclinal de Chamonix. Il se poursuit vers le Sud-Ouest dans le massif du Grand Mont au passage du Dard et au delà.

5. La partie supérieure de la série verte comporte des schistes noirs charbonneux, qui sont métamorphisés et recoupés par le granite du Roc Blanc au Nord-Est d'Arèches. Des bandes de schistes noirs, de grès et de conglomérats avec du charbon, attribuables au Stéphanien, se trouvent pincées dans une position analogue. Les mines d'Arèches exploitent l'une de ces bandes.

Le Stéphanien présente donc trois types d'affleurements :

a. on le trouve coincé en bandes synclinales dans la série verte;

b. il repose transgressivement sur le granite de l'Outray ou sur le voussoir oriental de la série des migmatites des schistes satinés;

c. enfin, on le trouve en écailles entièrement détachées du socle et entraînées dans la couverture triasique et liasique (synclinal du Sallestet, synclinal du col de la Gitte, écailles du lac de la Girotte).

GÉOLOGIE. — *Documents nouveaux et hypothèses sur la stratigraphie des « schistes lustrés » du Queyras (Hautes-Alpes).* Note de M. **Marcel Lemoine**, présentée par M. Paul Fallot.

Découverte du Rhétien soulignant, sur le Trias dolomitique, la base des Schistes lustrés du Queyras. Distinction, au sein de ceux-ci, d'une succession de formations lithologiques; essai d'interprétation stratigraphique, n'ayant pour le moment qu'une signification locale, non susceptible d'une généralisation à grande distance.

Sur la crête qui sépare la haute vallée du Cristillan (Hautes-Alpes) de la haute vallée de l'Ubaye (Basses-Alpes), à l'Est du Péou Roc, j'ai relevé la succession stratigraphique suivante :

1. Dolomies et calcaires dolomitiques du *Trias* (anticlinal du Péou Roc, feuille Larche au 80 000e).

2. Alternance de calcaires noirs, lumachelles, schistes noirs, dolomies (10-15 m); les coquilles sont indéterminables, mais j'y ai trouvé des Polypiers branchus très recristallisés, comparables à ceux (« *Rhabdophyllia* » auct.) du *Rhétien-Hettangien* de la zone du Gondran [1]; le faciès est d'ailleurs le même, au métamorphisme près.

3. Calcaires et calcschistes noirs ou gris lités, se chargeant vers le haut de *zones siliceuses* (200 m environ). Au sommet, bancs de *brèches et microbrèches* à éléments calcaréo-dolomitiques triasiques et ciment calcaréo-gréseux, à *graded-bedding*.

4. Schistes et calcschistes phylliteux avec lits de calcaires gréseux roux (400 m environ), sorte de *Flysch calcaire métamorphique*, réalisant le type classique des Schistes lustrés.

5. *Marbres* blanchâtres très cristallins et phylliteux, parfois à minces zones siliceuses, se débitant en dalles (20 à 30 m). Ils sont plaqués contre le massif de serpentine de Roche Noire. Un peu plus au Nord, ils sont associés aux *radiolarites* découvertes par P. Routhier (environs du Pic Marcel).

J'ai pu retrouver certaines de ces formations ailleurs dans le Queyras : la série 1-2-3 existe, peu métamorphique, près de Brunissard et d'Arvieux,

(1) M. Lemoine, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 86.

au Sud du col d'Izoard; le Rhétien y est particulièrement typique et fossilifère, les microbrèches très abondantes. Celles-ci se retrouvent aux environs de Saint-Véran (pointe des Marcellettes). Le niveau des marbres est très fréquent dans le Queyras (Crête de la Taillante, etc.), toujours étroitement associé à des roches vertes. Cette liaison, très frappante sur le terrain, déjà remarquée par Ch. Lory, conduit à considérer qu'une grande partie des roches vertes du Queyras correspondent à des épanchements sous-marins. Les coupes décrites par Franchi en Italie (Melezet, Grande Hoche, Roc du Boucher, Val Grana, Val Maira) reproduisent la même succession : Trias dolomitique; Rhétien fossilifère; calcaires liasiques puis brèches; enfin Schistes lustrés typiques (« calcescisti ordinari »).

Cette série s'apparente de façon étroite à celle, peu métamorphique, de la « *zone du Gondran* » [1] à l'Est de Briançon (massifs du Chaberton, du Gondran et de Rochebrune) : 1° *Trias* dolomitique; 2° *Rhétien-Hettangien*, très fossilifère (20 à 80 m); 3° Calcaires et calcschistes avec zones siliceuses à la partie supérieure (150-200 m); bancs de *brèches et micorbrèches à graded-bedding* au sommet; 4° *Flysch* du Gondran (200 m); 5° *Marbres et radiolarites du Gondran* (15-20 m), associés semble-t-il aux roches vertes (avec brèches volcaniques et pillow lavas) du Chenaillet.

Age : Aucune discordance ni indice d'émersion ne semblent interrompre la succession des formations 1 à 5; il paraît y avoir passage continu mais rapide de l'une à l'autre. L'âge de la plupart d'entre elles est encore mal précisé. Le Rhétien y est bien daté par l'analogie du faciès et des débris de fossiles avec celui de la zone du Gondran. A la suite de Franchi et de Pussenot, on peut placer les calcschistes et calcaires à zones siliceuses et les brèches dans le Lias (moyen et supérieur ?); il s'agit d'ailleurs d'un faciès comparable au Lias « prépiémontais » de Vanoise orientale, qui est surmonté par du Dogger ou du Malm (F. Ellenberger). Les marbres et radiolarites associés à des roches vertes, par comparaison avec des formations analogues des nappes austro-alpines et de l'Appennin, pourraient appartenir au Jurassique supérieur ou au Néocomien. Quant au Flysch du Gondran et à son équivalent sous le faciès Schistes lustrés, il serait alors jurassique (probablement Dogger et Callovo-Oxfordien ?) Les « Pulvinulines » signalées au Gondran, sans localisation précise, par J. Boussac dans sà thèse, semblent plutôt provenir des formations briançonnaises qui affleurent tout près. On ne possède jusqu'ici aucune preuve de l'existence, dans cette région, de formation plus récentes que les marbres du Jurassique supérieur. D'ailleurs, les observations que j'ai faites sur le terrain, ainsi que l'examen des cartes géologiques françaises et italiennes, conduisent à considérer les bandes de roches vertes associées aux marbres comme occupant des fonds de synclinaux : elles alternent avec les anticlinaux triasiques et n'atteignent pas toujours le fond des vallées, comme

l'ont fait remarquer L. Bertrand et M. Longchambon (1914). Dans ces conditions, la plus grande partie, sinon la totalité des Schistes lustrés (Flysch calcaire métamorphique) de cette région serait jurassique; leur grande épaisseur pourrait être due à un fort et rapide épaississement vers l'Est, peut-être aussi à des replis probablement disharmoniques. Mais il n'est pas exclu que l'on puisse mettre en évidence l'existence, dans le Queyras ou au voisinage, de synclinaux de « Schistes lustrés supérieurs », crétacés ou éocènes.

Conclusions. — 1° Comme ceux des régions italiennes voisines, les Schistes lustrés du Queyras *débutent au Rhétien*; 2° Il est possible d'y distinguer une *succession de formations différentes, cartographiables*; les levés détaillés que j'entreprends sur ces bases permettront peut-être de faire progresser nos connaissances sur ces Schistes lustrés; 3° La série stratigraphique de la zone du Gondran et celle des Schistes lustrés du Queyras sont très voisines, et l'on pourrait les grouper sous le nom de *série piémontaise*; quelles que soient les hypothèses que l'on puisse faire sur l'âge des formations qui la constituent, celle-ci s'oppose absolument à la *série briançonnaise*, même un peu métamorphique, qui règne plus à l'Ouest. On ne connaît pas, aux latitudes de Briançon et du Queyras, de passage latéral entre ces deux séries ainsi définies par leurs caractères stratigraphiques.

GÉOLOGIE. — *Sur la stratigraphie du crétacé de la feuille de Tablat.* Note de MM. **Antonin Ayme**, **Louis Glangeaud** et **Jean Magne**, présentée par M. Paul Fallot.

Les auteurs séparent, grâce à la macro- et microfaune, une série de niveaux aptien, albien, cénomanien, sénonien. Ils en précisent les variations de faciès.

Après une rapide exploration, l'un de nous [1], avait distingué en 1932, sur la feuille de Tablat, différents niveaux d'âge crétacé inférieur, moyen et supérieur. Les levers ultérieurs (1933) ont paru seulement sous la forme d'une carte au 1/200 000e avec coupes [2]. Les nouvelles études réalisées, en 1944, par MM. Aymé et Lambert (rapport inédit) ont été revues en 1953 par L. Glangeaud. Les Foraminifères ont été déterminés à la S. N. Repal, par M. Magné, les Rudistes par Mlle Dechaseaux, les Ammonites par Mme Basse de Ménorval et les Échinides par M. Devriès.

---

(1) L. Glangeaud, *Thèse Sc.*, Paris, 1932, 32 planches, 110 figures et *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 8, 1932.

(2) L. Glangeaud, *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, nos 8 *bis* et 8 *ter*, 1936.

Le *Néocomien* n'a fourni que des fragments indéterminables d'Ammonites pyriteuses.

L'*Aptien* se présente au Nord, sous le faciès flysch de la zone I *d* avec *Orbitolina conoïdea* A. Gras, *O. discoïdea* A. Gras, notamment au point (547,4-359). Dans la partie centrale de la feuille, aux environs de Sakamody, des calcaires et marnes contiennent, près du col de Bekar, *P. Uhligi* Anthula, du Clansayesien (Aptien supérieur). Au Sud, dans la région de Sidi-Kraled, l'Aptien (548,14-342) est caractérisé par *Orbitolina discoïdea*, *O. conoïdea* avec des polypiers et des lentilles de microbrèches. On a là un faciès méridional assez néritique.

L'*Albien inférieur* offre, au Nord, le faciès de la nappe du flysch (I *d*). Dans la partie centrale de la feuille, les schistes avec quelques quartzites du type classique de la zone II, contiennent des fragments d'*Hypacanthoplites* du groupe *milletianus* d'Orb. (Leymerillien de Spath), notamment au point 549,7-349,5.

L'*Albien supérieur ou Vraconnien* est absent dans la zone du flysch (I *d*) et dans les écailles intermédiaires septentrionales. Il apparaît dans les écailles intermédiaires méridionales (533,17-354,9) avec les genres *Pervinquieria* (*inflata* ?) Sow. et *Hysteroceras*. Au Sud de la feuille, le faciès classique des schistes pulvérulents avec bancs phosphatés et lentilles calcaires à patine blanche, offre, à la base, du Vraconnien avec *P.* cf. *inflata* Sow.; mais sa partie supérieure serait d'âge cénomanien inférieur. En effet, la microfaune de Sidi Kraled (549,3-342,8) avec *Anomalina bentonensis* Mor., *Planulina buxtorfi* Gand., *Thalmanninella ticinensis* Gand., *Rotalipora apenninica* Renz., Lenticulines et Ostracodes, est d'âge cénomanien inférieur. Dans cette région, le Vraconnien contient à la base des poudingues avec galets de quartzites probablement albiens. Il paraît reposer directement sur l'Albien. Il y aurait donc ici une lacune comprenant la plus grande partie de l'Albien.

Le *Cénomanien* (*s.s*) nous a déjà fourni (L. Glangeaud, 1932) à la bordure Nord de la feuille, à Beni Kases, *Inoceramus* cf. *cripsii* Mant., et, à Massameur, *Pseudodiscoïdea* cf. *cylindrica* Agassiz, dans des marnes avec lentilles calcaires. Ce niveau contient (550,6-354,16), (548,3-352,4) des Rudistes avec *Sauvagesia* cf. *nicaisei* Coq. Sauvagesiinés, Radiolites. Un fragment d'*Ichtyosarcolites* trouvé par l'un de nous dans l'oued Tamaït provient peut-être de l'Aptien.

Le *Turonien* est absent dans la zone du flysch (I *d*). Dans la partie médiane de la feuille (zone II) il est absent ou peut-être représenté par la partie supérieure des calcaires compacts à Rudistes.

Le *Sénonien* est le niveau le plus étendu sur cette feuille. Au Nord, dans la zone du flysch, les microbrèches du Sénonien et un flysch légèrement calcaire, contiennent des Rosalines (*Globotruncana* ?). Dans la

zone des écailles intermédiaires septentrionales, immédiatement au contact de la nappe du flysch, apparaît un niveau à poudingues, microbrèches et débris de Rudistes que nous avons attribué précédemment au Sénonien supérieur. Il repose sur des calcaires compacts et schistes *aturiens* à *Bœhmiceramus regularis* d'Orb. recouvrant les couches de calcaire à *I.* cf. *steinmanni* Wilck et *I. subquadratus* Schlüt var. *austinensis* Heinz de l'*Emschérien*. Le niveau supérieur (546,10-358,05) a fourni *Globotruncana arca* Cush., *Gl. linnei* d'Orb., *Gl. fornicata* Plummer, *Rzehakina epigona* var. *lata*, Cush. et Jarv., quelques Gumbélines, Lenticulines et Arénacés (*Haplophragmoïdes, Textulariella*).

Dans la zone II une succession encore mal délimitée comprend vers la partie supérieure des schistes noirs à lentilles de calcaires jaunes avec *Bœhmiceramus regularis* d'Orb. Ils ont fourni (547,6-357,45) une microfaune du Sénonien (Santonien-Campanien) avec *Globotruncana angusticarinata* Gand., *Gl. globigerinoïdes* Marie, *Gl. fornicata*, *Gl. stuarti* de Lap., *Bulimina limbata* White, *Biglobigerinella algeriana* Tendam et Sigal, *Globigerinella* sp., *Rzehakina epigona* var. *lata* Cush. et Jarv. Au-dessous, des marnes schisteuses avec *Vomeraster verrucosus* Coq., *Periaster* cf. *Desvauxi* Coq., *Ovulaster* cf. *truncatus* Defr., offrent plusieurs affleurements le long de la route de Sakamody (points 551,0-355,8, 549,18-356,0, 551,18-355,5). Ce niveau à Échinides représenterait la base du Sénonien. Il repose sur les calcaires à Rudistes d'âge cénomanien cités plus haut.

Un Sénonien complètement différent occupe le synclinal de Tablat avec un faciès de flysch calcaire schisteux (554,9-350,3, 554,8-348,1), il contient des débris d'Inocerames et une microfaune à faciès néritique peu profond avec *Globotruncana linnei*, *Gl. arca*, *Gl. stuarti*, *Bulimina limbata*, *Rzehakina epigona* var. *lata*, Milioles, *Gumbelina* sp. La présence de *Gl. stuarti* montre qu'il est postérieur au Coniacien. Le Sénonien de l'unité de Tablat ([3]) s'était avancé en transgression sur un diapyr triasique antémæstrichtien. Au Sud de l'oued Tamaït, dans la région des Oulad Sidi Kraled, un Sénonien très riche en huîtres présente un faciès d'un type méridional.

GÉOLOGIE. — *La série de Sérouénout (Ahaggar oriental) est d'âge « continental intercalaire » (Crétacé moyen).* Note de M. **Pierre Bordet**, présentée par M. Paul Fallot.

Au point de vue géologique, l'Ahaggar est essentiellement formé par un socle de Précambrien métamorphique entouré d'une cuesta de formations sédimentaires (Tassili) dont la base est d'âge cambro-ordovicien. En discor-

---

([3]) L. Glangeaud, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1732.

dance sur les formations cristallophylliennes, reposent un certain nombre de massifs volcaniques d'âge plus récent ou sub-actuel. Au Nord du point d'eau de Sérouénout, existe, en discordance sur le Précambrien, une formation sédimentaire dont l'existence a été signalée par C. Kilian, puis par M. Lelubre [1], et pour laquelle je propose le nom de « série de Sérouénout ». M. Lelubre la rapproche de la « série de l'Imadouzène » qu'il a définie 60 km plus au Sud-Ouest. Au cours de deux missions effectuées pour le service de la Carte géologique de l'Algérie en 1952 et 1953, j'ai parcouru les régions où affleurent ces séries. Comme on le verra ci-dessous, il n'y a plus lieu de les distinguer l'une de l'autre.

Extension géographique [2]. — Les lambeaux actuellement reconnus affleurent dans un triangle dont les trois sommets sont : au Nord, un affleurement situé non loin de l'erg In Arazoui, sur la rive droite de l'oued Tafasaset supérieur; au Sud-Est, la gara Tin Ibeye Har à 10 km au Sud de Sérouénout; au Sud-Ouest, un petit affleurement situé dans l'oued In Sakane au pied de l'Asségafi (Est de Télerhteba). Les distances entre ces points sont : du Nord au Sud-Est, 60 km environ; du Sud-Est au Sud-Ouest, 80 km; du Sud-Ouest au Nord, 90 km. Dans ce périmètre, un tiers à peu près de la surface est couvert par la série de Sérouénout.

Stratigraphie. — Lorsqu'elle est complète, elle mesure environ 350 m de puissance, mais en aucun point je n'ai constaté de réduction d'épaisseur ou de changement de faciès indiquant le bord du bassin de sédimentation. Dans la partie Sud-Ouest seulement, la base est formée par un conglomérat à gros galets de quartz.

La plus grande partie de la série est formée par un grès pélitique irrégulier, mal cimenté, rouge, ocre ou blanc, passant localement à des quartzites (300 m) ; au-dessus vient une formation silicifiée formée de silex et jaspes jaunes ou rouges (environ 50 m); puis quelques mètres de calcaire fin, blanc ou rouge, probablement lacustre mais sans fossiles. Par-dessus existent en de nombreux points des formations volcaniques débutant par des coulées de basalte; elles constituent, au Nord de Sérouénout, un important massif volcanique; les massifs de l'Asségafi et du Télerhteba sont pour partie du même âge.

Tectonique. — La série de Sérouénout a subi, postérieurement à sa mise en place, une phase tectonique faible mais nette.

L'ensemble des affleurements dessine une cuvette allongée du Nord-Est au Sud-Ouest. La partie la plus basse, située sous le reg du Tafasaset, est à une cote inférieure à 1100 m; la partie la plus élevée se trouve au

(1) *Bul. Serv. Carte géol. Algérie*, 2e série, n° 22.

(2) Voir *Carte du Sahara au 1/200 000e, feuilles Amador et Sérouénout.*

Sud-Est d'In Sakane à une altitude de 1750 m environ. De nombreuses failles fragmentent la série en compartiments parfois basculés: les pendages atteignent localement 30°. Une série de grandes failles Nord-Ouest-Sud-Est recoupent le bassin parallèlement au cours de l'oued Issessouitène: leur rejet peut atteindre 100 m et plus.

Age. — M. Lelubre [1] écrit au sujet des « lambeaux gréseux de l'Anahef septentrional » (série de Sérouénout) : « On ne peut qu'émettre des hypothèses au sujet de cette série. La plus simple consiste à la considérer comme appartenant aux grès inférieurs » (Cambro-ordovicien); quant à la série de l'Imadouzène, elle pourrait être soit un faciès latéral des Grès inférieurs, soit une formation du Cambrien.

En 1952, j'avais trouvé au pied de la gara de Sérouénout un fragment de bois silicifié, mais il était indéterminable. En 1953, je suis repassé à Sérouénout avec M. Lelubre et J. Blaise : nous avons constaté que les bois silicifiés existent dans les grès formant la gara. Par la suite, j'ai trouvé un autre gisement à 13 km plus au Nord-Est : les fragments de bois y sont abondants, parfois de grande taille et bien conservés. Des échantillons ont été soumis à M. Boureau qui a reconnu des bois homoxylés pourvus de zones d'accroissement indiquant un arrêt annuel de la végétation. Un échantillon choisi parmi les autres a été déterminé comme *Protopodocarpoxylon Rochii* E. Boureau. Cette espèce a été décrite pour la première fois dans les couches du Crétacé moyen de Lagon (Territoire du Tchad) très probablement cénomaniennes mais antérieures à la transgression hamadienne [4].

La série de l'Imadouzène semble comporter deux parties différentes : à la base, des affleurements de grès identiques à ceux de Sérouénout, isolés entre des failles ou remplissant d'anciennes vallées; au-dessus, et probablement en discordance, quelques mètres de tufs trachytiques irrégulièrement silicifiés supportant des basaltes.

Un échantillon de ces tufs trouvé près d'In Sakane contient des traces indéterminables de végétaux dont la présence confirme l'assimilation de cette série à celle de Sérouénout.

Conclusion. — Il a donc existé, durant le Crétacé moyen, à l'intérieur de l'enceinte tassilienne un important bassin de sédimentation dont les dimensions devaient dépasser 100 km de long et 60 de large.

Sa formation est due à un premier gauchissement d'une pénéplaine dont il paraît subsister de nombreux témoins. Son comblement a été suivi de peu par la formation d'importants massifs volcaniques; puis il a été soumis à au moins une phase tectonique nette. Depuis lors, l'érosion y a creusé des vallées pouvant atteindre 500 m de profondeur.

---

(3) E. Boureau et E. Roch. *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1952, p. 47.

(4) A. F. de Lapparent, *C. R. Cong. Géol. int. Alger*, 1952 (sous presse).

L'histoire géologique récente de l'Ahaggar n'est donc pas aussi simple que sa nature de « vieux socle » conduisait à l'imaginer; ceci confirme les conclusions auxquelles m'avait déjà conduit l'étude du volcanisme.

OPTIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Recherches sur la propagation de la lumière visible et infrarouge à travers la brume et le brouillard.* Note(*) de MM. **Albert Arnulf, Jean Bricard** et **Claude Veret**, présentée par M. Charles Maurain.

1. On compare, par temps clair et brumeux, au même endroit et avec le même appareillage, les énergies transmises par une même épaisseur d'atmosphère.

Les mesures sont effectuées pour les longueurs d'onde 0,385, 0,45, 0,5, 0,55, 0,75, 1,24, 1,7, 3,4, 9,5 μ, qui correspondent, dans le spectre infrarouge, aux fenêtres de transmission des constituants de l'atmosphère (1) où n'intervient sensiblement que la diffusion des diverses radiations par les particules en suspension dans l'air.

Dans ce but, deux portions identiques du flux émis par un arc électrique sont prélevées; l'une d'elles traverse une épaisseur connue du milieu à étudier, l'autre sert de référence. Ces deux flux sont reçus sur un même appareil dispersif, puis sur un même récepteur (2). Pour effectuer la mesure pour une longueur d'onde donnée on les égalise en faisant varier le flux de référence dans un rapport connu. Les résultats sont exprimés, pour chaque longueur d'onde, en densité par kilomètre.

Des mesures de caractérisation physique de l'atmosphère (granulométrie et nombre par unité de volume des particules diffusantes) sont effectuées en même temps que les mesures optiques. Dans les atmosphères étudiées on a constaté que les particules solides (poussières) ne pouvaient jouer aucun rôle appréciable.

La granulométrie des gouttelettes s'effectue d'après des captations sur des fils d'araignée très fins (3) placés dans un écoulement d'air chargé de ces gouttelettes puis microphotographiés.

Le nombre par unité de volume de ces particules peut être déterminé d'après les microphotographies (3) si les prélèvements sont effectués dans un écoulement d'air de caractéristiques bien définies. Cette dernière mesure n'est obtenue de façon suffisamment précise que dans les brumes légères (quelques centaines de particules par centimètre cube, dont la majorité

(*) Séance du 18 janvier 1954.

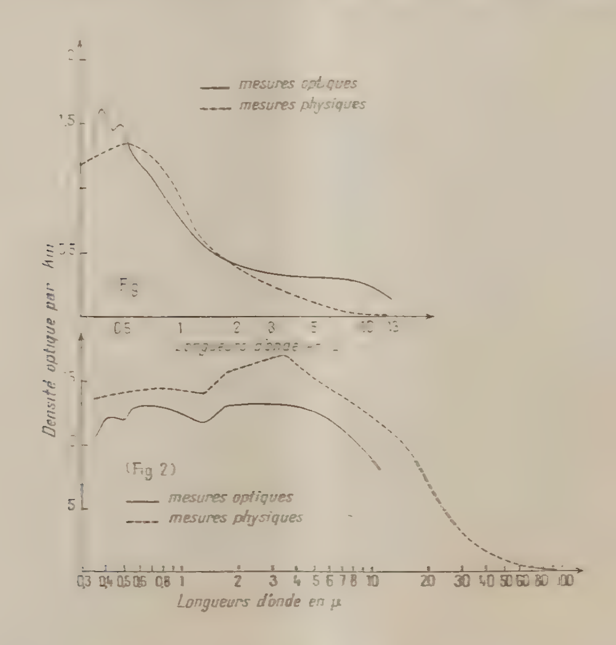
(1) A. Arnulf et A. Baye, *Revue d'Optique*, 28, 1949, p. 691.

(2) A. Arnulf, J. Bricard et C. Veret, *La recherche aéronautique*, 15, 1950, p. 27.

(3) H. Dessens, *Ann. Géophys.*, 3, 1947, p. 68.

est de diamètre inférieur au micron où la durée de prélèvement peut atteindre 20 mn.

Dans les brouillards épais, constitués par de nombreuses gouttes dont le diamètre peut atteindre 20 μ, il est indispensable de faire des prélèvements peu chargés si l'on veut éviter la coalescence durant la captation sur fils. La durée d'exposition est alors trop faible pour être mesurable avec précision. Dans ce cas, le nombre de gouttes par unité de volume est déterminé, connaissant la répartition statistique de leurs dimensions, en mesurant directement la masse d'eau condensée dans un volume connu d'air que l'on aspire à travers un tampon de coton de verre [4].



2. On a tracé 185 courbes spectrales représentant, en valeur absolue, les variations de la densité optique pour les diverses longueurs d'onde mesurées. Les dépouillements des prélèvements de gouttelettes, effectués en même temps que chaque mesure spectrale, ont fourni, dans un certain nombre de cas, les éléments à partir desquels on peut calculer, en valeur absolue, les variations de la densité optique en fonction de la longueur d'onde, en se basant sur le calcul de Stratton et Houghton [5] complété par Houghton et Chalker [6].

---

(4) J. Bricard, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 1164.

(5) *Phys. Rev.*, 38, 1931, p. 159.

(6) *J. Opt. Soc. Amer.*, 39, 1949, p. 155.

Ces résultats nous ont conduits à classer les atmosphères étudiées de la façon suivante :

a. Brumes. — La densité optique est inférieure à 2 par kilomètre à 0,4 μ. Elles sont très sélectives : la densité optique est de 10 à 100 fois plus faible dans l'infrarouge 10 μ que dans le visible 0,4 μ (*fig.* 1, mesures optiques en trait plein, caractérisation physique en trait pointillé).

b. Brouillards. — La densité optique est de l'ordre de 10 par kilomètre, mais peut aller jusqu'à 30 ou 40. La sélectivité est en général très faible dans le visible et le proche infrarouge 10 μ (*fig.* 2).

On peut en conclure que le calcul conduit, dans tout le domaine spectral étudié, à des résultats en bon accord avec l'expérience. Pour les brouillards épais, lorsque l'on poursuit les calculs jusqu'à 100 μ à partir des mesures de caractérisation physique, on trouve que la sélectivité augmente avec la longueur d'onde au delà de 10 μ, l'absorption par diffusion devenant à peu près négligeable vers 100 μ (*fig.* 2).

BOTANIQUE. — *Germinations et plantules des formes tétraploïdes de* Plantago coronopus *L.* Note de M. ROBERT GORENFLOT, présentée par M. Roger Heim.

Dans une Note précédente [1] nous avons signalé l'existence de formes tétraploïdes chez *Plantago coronopus* L. ssp. *eucoronopus* Pilger et *commutata* (Guss.) Pilger. Les échantillons étudiés, provenant soit d'associations halophiles (Plaine de l'Habra, au Sud de Perrégaux), soit de dunes maritimes (environs d'Alger), avaient été recueillis pendant l'été 1951. Depuis, la descendance de ces formes a été suivie sur des cultures faites au Jardin botanique de la Faculté des Sciences d'Alger.

En 1952, les graines provenant de 5 pieds pris au hasard dans chacune des récoltes correspondant aux six relevés effectués, soit 30 pieds, ont donné une descendance de plus de 650 individus. Certains épis de cette génération ont été autofécondés et, en 1953, les semis provenant de 96 autofécondations ont permis l'étude de plus de 3 400 échantillons. Parallèlement à ces cultures il en a été réalisé d'autres, sur le même principe et dans les mêmes conditions, portant sur des formes diploïdes des mêmes sous-espèces afin de pouvoir comparer les individus tétraploïdes et diploïdes correspondants.

En 1951, plusieurs essais de germinations réalisés au laboratoire sur des lots de 50 graines venant d'être récoltées ont montré des différences importantes suivant leur origine (lot I, forme tétraploïde des terrains

---

(1) M. GUINOCHET et R. GORENFLOT, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2482.

salés; lot 2, forme du bord de la mer) comme l'indique un des tableaux comparatifs obtenus dans la sous-espèce *commutata* :

	Nombre de graines ayant germé au bout du										
	1er	2e	3e	4e.	5e	6e	7e	8e	9e	10e	11e jour.
Lot 1...........	0	10	8		–	–		–		.	–
Lot 2...........	0	0	17	[illegible]	–	1	0	0	1	0	1

A la même époque les formes diploïdes ont montré un pourcentage de graines ayant levé et des durées de germination intermédiaires entre les deux extrêmes ci-dessus. Dans la nature, l'année 1951 avait vu le développement de nombreux pieds tétraploïdes dans les différentes régions étudiées. Comme la germination, le degré de précocité permettait de séparer nettement les formes du bord de mer, épanouies dans la deuxième quinzaine du mois de mars, de celles des terrains salés arrivées à maturité à la fin du mois de mai.

En 1952 et 1953, seules les formes halophiles apparurent normalement. En revanche les autres ne donnèrent que de très rares échantillons dans les régions où elles étaient abondantes l'année précédente. De même, dans les cultures, une disproportion importante fut enregistrée. En effet, le nombre des sujets apparus à partir d'un pied de l'année précédente, à nombre égal de graines par pied, a été, en 1952 par exemple, de 25 pour les formes halophiles et de 6 pour celles du bord de mer.

Des contrôles du taux de germination, opérés en 1953 sur des graines provenant des récoltes qui avaient servi à la confection des lots 1 et 2 en 1951, montrent que la perte du pouvoir germinatif, en fonction du temps, oppose encore les deux groupes de formes tétraploïdes. La comparaison des taux pour les graines âgées de 6 mois et celles de 30 mois montre que le pouvoir germinatif est beaucoup mieux conservé chez les formes de terrains salés (96 % en 1951, 35 % en 1953) que chez celles du bord de la mer (78 % en 1951, 4 % en 1953). Pendant cette période celui des formes diploïdes a peu varié (95 % en 1951, 88 % en 1953).

L'examen morphologique des plantules de même âge montre une disproportion très nette des tailles. Les observations comparées des lots 1 et 2 d'une part, et des germinations de formes diploïdes, d'autre part, montrent que les longueurs des plantules d'un mois sont proportionnelles respectivement à 2, 1 et 3. Comme pour les plantes adultes, les formes tétraploïdes jeunes sont donc plus petites que les formes diploïdes. Mais les premières comprennent deux groupes : les plantules les plus petites sont celles des formes précoces du bord de mer, les plus grandes appartiennent aux formes halophiles plus tardives.

Ces résultats permettent de proposer une explication à la grande irré-

gularité d'apparition des formes tétraploïdes côtières. Très précoces et accomplissant leur cycle de développement en quelques semaines, elles demandent des conditions climatiques qui, d'une année sur l'autre, peuvent ne pas se représenter. Si les graines fraîches en bénéficient, il apparaît de nombreux individus. Au contraire, si les facteurs externes n'interviennent pas d'une manière favorable, les plantules ne se développent pas et les graines doivent attendre un an. Pendant cette période le pouvoir germinatif ayant diminué dans de très grandes proportions, il ne reste plus qu'un nombre restreint de graines susceptibles de germer. Très rapidement ces formes tétraploïdes peuvent être éliminées provisoirement d'une station. En revanche les formes halophiles ont un cycle de développement plus long et conservent beaucoup mieux leur pouvoir germinatif. Aussi leur présence est-elle continue dans les terrains salés.

L'examen des échantillons récoltés au cours des cultures suivies en 1952 et 1953 nous ayant montré que nous étions en présence de populations pures, il est possible de conclure que la tétraploïdie se manifeste de deux manières chez les graines et les plantules de *Plantago coronopus* : pouvoir germinatif diminuant rapidement et plantules petites pour les individus vivant en bordure de la mer, pouvoir germinatif important se conservant assez bien et plantules plus grandes pour ceux des terrains salés. Une prochaine publication précisera cette opposition par l'étude morphologique des plantes parvenues à maturité.

PHYTOCHIMIE. — *Poisons digitaliques des graines de jute.* Note de M. **Marcel Frèrejacque** et Mme **Marguerite Durgeat**, présentée par M. Roger Heim.

Les graines de *Corchorus capsularis* Linn., aussi bien que celles de *C. olitorius* Lamk., renferment des principes amers dont la toxicité pour le bétail a été depuis longtemps reconnue par les paysans égyptiens. Des graines de *C. capsularis*, Sen [1] a retiré un hétéroside cristallisé amer et toxique, la *corchorine* (F 178°) à côté d'une petite quantité de *corchoritine* (F 218-220°). Soliman et Saleh [2], par contre, n'ont pu obtenir de corchorine ni à partir des semences de *C. capsularis* ni à partir de celles de *C. olitorius*. Comme ces semences leur ont donné des quantités importantes de *strophanthidine*, ils concluent que la corchorine n'est autre que la strophanthidine. Tel cependant n'est pas l'avis de Khalique et Ahmed [3] qui, des graines de *C. capsularis*, isolent, outre la corchorine, un nouvel hétéroside, la *corchsularine* (F 154°). Enfin Karrer et

---

(1) *J. indian chem. Soc.*, 7, 1930, p. 83 et 905.

(2) *J. chem. Soc.*, 1950, p. 2199.

(3) *Nature*, **170**, 1952, p. 1019.

Banerjea [4] ont décrit la *corchotoxine* (F 247°), isomère de la strophanthidine, qui a été isolée des semences de *C. capsularis*.

Dans le cadre de nos recherches sur les hétérosides digitaliques, il nous a paru interessant de rechercher si la strophanthidine préexistait réellement dans les graines de jute ou si elle provenait de l'hydrolyse de quelque hétéroside digitalique.

Les graines de *C. olitorius* et de *C. capsularis* que nous avons utilisées provenaient soit d'Égypte, soit du Pakistan; les deux espèces nous ont donné des résultats semblables. L'extraction a été conduite par les techniques habituelles : les graines dégraissées (par l'essence B) ont été épuisées par le méthanol; l'extrait méthanolique a été déféqué par l'hydrate d'oxyde de plomb, puis amené à sirop. La solution aqueuse de ce sirop a été précipitée par le tanin, le tanate obtenu décomposé par l'oxyde de zinc, ce qui donne naissance à un mélange d'hétérosides très solubles dans l'eau ; la solution aqueuse de ces hétérosides, après hydrolyse par le suc digestif d'escargot, a été épuisée par un mélange de chloroforme et d'alcool, l'extrait sec obtenu finalement redissous dans le chloroforme et la solution chromatographiée sur alumine. Lors de la précipitation tanique, une quantité importante de produits digitaliques reste en solution par suite de la présence d'énormes quantités de raffinose ; il y a intérêt à éliminer, avant précipitation au tanin, la majeure partie du raffinose par une précipitation à l'alcool.

La chromatographie des solutions fermentées par le suc digestif d'escargot donne deux produits cristallins; le plus important est élué par le chloroforme contenant 5 % de méthanol; le second produit, peu abondant, est élué par le chloroforme contenant 20 % de méthanol. Ces deux hétérosides sont différents de tous les principes isolés jusqu'à présent des graines de jute. Ce sont deux corps nouveaux que nous proposons d'appeler corchorosides A et B.

Le corchoroside A se sépare de l'alcool à 50 c. sous forme de prismes contenant $2H_2O$. Anhydre, il fond à 188-190° ; $[\alpha]_D^{20} + 11°$ (méthanol); les données analytiques s'accordent avec la formule $C_{29}H_{42}O_9$ (C 65,2; H 8,1 : calculé C 65,1 : H 7,9). Il possède toutes les réactions colorées des digitaliques ayant une génine à 23 atomes de carbone; il offre aussi les réactions colorées des désoses (réaction de Keller-Kiliani, réaction du xanthydrol, etc.). Il donne également une réaction colorée que j'ai décrite récemment [5] par actions successives de l'acide periodique et de la nitraniline, et qui implique l'absence de méthoxyle dans le désose lié à la génine. L'analyse ne decèle en fait pas de méthoxyle dans le corchoroside A.

Par acétylation pyridinée, on obtient l'acétylcorchoroside A : $C_{33}H_{46}O_{11}$ (C 63,8; H 7,6), longues aiguilles fondant à 166° et contenant $5H_2O$.

---

(4) *Helv. chim. Acta*, 32, 1949, p. 2385.

(5) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 410.

Sous l'action de la potasse alcoolique, le corchoroside A s'isomérise en isocorchoroside A : $C_{2[illegible]}H_{[illegible]2}O_{[illegible]}$ (C 65,1; H 8,2), F 215°, peu soluble dans l'alcool.

L'hydrolyse du corchoroside A par l'acide sulfurique dilué, en milieu alcoolique, conduit à un désose qui n'a pu être encore obtenu à l'état cristallin et à une génine que nous avons identifiée à la strophanthidine; cette identification a été faite par comparaison de la strophanthidine préparée à partir de la cymarine, ainsi que par la comparaison des dérivés acétylés et des oximes correspondants.

La facilité avec laquelle s'hydrolyse le corchoroside A est mise en évidence par le fait que cet hétéroside traité directement en milieu alcoolique par le chlorhydrate d'hydroxylamine et l'acétate de sodium donne naissance à la strophanthidinoxime (C 65,8; H 7,9; N 3,3), F 256°; $[\alpha]_D$ — 67 (Pyr.). On s'explique ainsi qu'on ait pu obtenir autrefois directement de la strophanthidine dans l'extraction des graines de jute, fait que nous n'avons pas observé.

Le corchoroside B, dont nous n'avons eu entre les mains que de faibles quantités est beaucoup moins soluble que le corchoroside A : F 222-224°; $[\alpha]_D$ — 68°; il donne les réactions colorées du corchoroside A, à l'exception de la réaction au periodate et à la nitraniline; nous avons vérifié directement qu'il ne contient pas de méthoxyle. Sa formule brute est $C_{2[illegible]}H_{[illegible]}O_{[illegible]}.2H_2O$ (C 66,7; H 8,6).

K. K. Chen a bien voulu déterminer la toxicité des corchorosides que nous lui avons transmis. La dose léthale moyenne (sur 10 chats) du corchoroside A est, en milligrammes par kilogramme d'animal : 0,0768 ± 0,053. Celle du corchoroside B a été trouvée égale à : 0,1413 ± 0,0159 (7 chats). Non seulement ces doses léthales sont plus faibles que celles déterminées par K. K. Chen [6] sur des échantillons authentiques de corchorine et de corchotoxine, mais elles montrent que le corchoroside A est un des poisons digitaliques les plus actifs, sinon le plus actif de ceux connus jusqu'à présent.

Les *Corchorus* sont généralement rangés dans la famille des Tiliacées, qui se trouve ainsi la treizième des familles végétales dans lesquelles on a pu caractériser la présence d'hétérosides digitaliques.

PHYSIOLOGIE. — *L'effet protecteur du lactose vis-à-vis du squelette de la Rate allaitante.* Note (*) de M. **Paul Fournier**, présentée par M. Robert Courrier.

Des expériences récentes nous ont montré que le lait jouit d'un effet protecteur vis-à-vis du squelette de la Rate allaitante [1]. Cet effet remar-

---

(6) *J. Pharmacol and Exper. Therap.* **103**, 1951, p. 420.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

(1) *Comptes rendus*, **238**, 1954, p. 270.

quable semble spécifique si l'on considère que tous les essais antérieurs tentés en vue de prévenir l'atteinte du squelette maternel ont abouti à des échecs.

Lorsque le régime des Rates allaitantes contient une forte proportion de lait, le Ca du régime est absorbé et utilisé dans une proportion plus élevée qu'il ne l'est dans le cas d'un régime de même teneur en Ca, mais qui ne comporte pas de lait. Nous avons exposé les raisons pour lesquelles nous considérons cette amélioration du métabolisme calcique comme une conséquence et non comme la cause d'une condition osseuse supérieure [2].

L'incapacité d'un régime bien équilibré, à base de blé et de caséine, de modifier la grandeur du prélèvement osseux de lactation en dépit de modes d'administration si variés que les animaux reçoivent, selon les cas, des quantités très différentes de caséine, de matières minérales et de vitamines , ou de lipides [4] , nous a donné à penser que le lait contient un principe spécifiquement approprié au métabolisme de l'os et que ce principe peut être le lactose.

L'étude bibliographique de la question des rapports entre le lactose et le métabolisme calcique devait nous affermir dans cette opinion. Presque tous les auteurs qui ont recherché l'influence du lactose dans divers cas physiologiques et pathologiques de crise calcique — parathyroïdectomie, croissance, rachitisme —, ont reconnu l'efficacité de ce glucide. Le lactose est-il aussi capable de préserver l'intégrité du squelette de la femelle allaitante ?

Des Rates sont réparties, dès la mise bas, en deux lots comparables. Les animaux du premier lot reçoivent, à volonté, un régime de type ordinaire, à base de blé et de caséine. Sa composition centésimale est la suivante : farine de blé, 58 ; germe de blé, 4 ; caséine brute, 15 ; beurre, 8 ; amidon, 12 : PO_4H_2K, 0,52 ; $(PO_4)_2Ca_3$, 1,17 ; ClNa, 0,96 ; O_2Ti, 1 ; mélange salin, 0,35 ; mélange vitaminique, 1.

Le mélange salin contient pour 13 parties : SO_4Mg, $7OH_2$, 3,5 ; hydrocarbonate de Mg, 5,6 ; oxalate de fer, 3,4 ; SO_4Mn, 0,07 ; FNa, 0,2 ; alun de K, 0,034 ; SO_4Cu, $5OH_2$, 0,18 ; IK, 0,016. La composition du mélange vitaminique a été donnée antérieurement [5].

Les Rates du lot 2 reçoivent, dans les mêmes conditions, un régime qui ne diffère du précédent que par le remplacement des 12 % d'amidon par une proportion égale de lactose.

En plus de leurs régimes, tous les animaux reçoivent, chaque jour,

---

(²) *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 391.

(³) P. Fournier et H. Susbielle, *C. R. Soc. Biol.*, 147, 1953, p. 1588.

(⁴) P. Fournier, H. Susbielle et A. Bourdeau, *J. Physiol.*, 45, 1953, n° 4 (sous presse).

(⁵) P. Fournier et H. Susbielle, *J. Physiol.*, 44, 1952, p. 123.

1 g environ de foie de bœuf et, deux fois par semaine, 3 gouttes d'huile de foie de morue.

Le poids des portées au sevrage, la teneur en Ca des portées sont sensiblement les mêmes dans les deux lots. Les mères ingèrent, en moyenne, des quantités semblables de régime.

Sur les 8 Rates au régime ordinaire, 7 présentent un bilan calcique de lactation fortement négatif. Elles perdent, à partir de leurs os, des quantités de Ca comprises entre 165 et 384 mg; l'une des Rates a cependant un bilan presque équilibré. En moyenne, les 8 Rates de ce lot perdent, en 19 jours de lactation, 250 mg de Ca, soit près de 15 % de la teneur en Ca d'animaux témoins n'ayant pas eu de petits.

Le régime renfermant 12 % de lactose prévient complètement l'atteinte du squelette. Des 7 Rates au régime lactosé, 2 ont un bilan calcique légèrement négatif, 2 autres sont à l'équilibre, les 3 dernières présentent un bilan calcique de lactation nettement excédentaire. En moyenne les animaux de ce lot retiennent 18 mg de Ca pendant la durée de la lactation.

Quelles sont les raisons de l'effet protecteur du lactose vis-à-vis du squelette de la Rate en lactation ?

L'établissement des bilans calciques de lactation nous a montré que la présence de lactose améliore l'absorption et l'utilisation du Ca alimentaire. Constatations en accord avec les faits rapportés par les auteurs qui ont établi l'efficacité du lactose vis-à-vis du squelette en croissance ou rachitique. Adopterons-nous l'opinion classique selon laquelle le lactose accroît l'absorption du Ca en favorisant l'acidification du milieu intestinal ? Non puisque l'absorption de Ca nous semble dépendre du fonctionnement osseux et non lui commander.

Nous pensons que le lactose intervient dans le métabolisme de l'os par la fraction galactosique de sa molécule. Le mode d'utilisation du galactose est mal connu. On a surtout bien étudié ses effets toxiques : il provoque la cataracte, il existe un diabète galactosique, faits qui peuvent prouver que les voies métaboliques empruntées par ce glucide sont différentes de celles du glucose.

L'ingestion d'un autre sucre, le xylose, cause également la cataracte. Toxicité commune, mais aussi configuration spatiale très apparentée. C'est dans cette voie que l'expérimentation est poursuivie.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Sur l'existence de cellules neurosécrétrices chez quelques Annélides Polychètes sédentaires.* Note de Mlle **Lucie Arvy**, présentée par M. Louis Fage.

Mise en évidence de cellules neurosécrétrices dans les ganglions cérébroïdes et la chaîne ventrale, chez six espèces de Polychètes sédentaires appartenant à quatre familles.

Quelques données ont été rassemblées sur la neurosécrétion chez les Polychètes errantes depuis que Berta Scharrer (1) (2), a découvert le phénomène, chez *Nereis virens* Sars, chez *N. diversicolor* Müller et chez *Aphrodite aculeata* L.; von K. Schaefer (3) reprenant l'étude de ces éléments, chez *Nereis diversicolor*, confirme les observations de B. Scharrer et analyse les modifications des cellules neurosécrétrices apparues après injection de pilocarpine; J. W. Harms (4) découvre des cellules neurosécrétrices chez trois espèces de *Lycastis* et les compare à celles de *Lumbricus terrestris* L.; R. Defretin (5) décrit les cellules neurosécrétrices chez *Nereis irrorata* Malmgren et signale l'existence d'un glucide Hotchkiss-positif dans le produit de neurosécrétion. G. Bobin et M. Nurchon (6) signalent, à la partie ventrale des ganglions cérébroïdes de *Perinereis cultrifera* Grube, des accumulations de grains fuchsinophiles qu'ils interprètent comme étant un produit de sécrétion; l'année suivante, les mêmes auteurs (7) fournissent des précisions sur l'évolution des cellules neurosécrétrices au cours de la maturation des produits sexuels.

Les Polychètes sédentaires n'ont pas fait l'objet de recherches analogues. Cependant l'examen histologique m'a permis de déceler des cellules neurosécrétrices chez *Bispira volutacornis* Mtg, chez *Sabella pavonina* Sav., et chez *Spirographis Spallanzani* Viviani (*Sabellidæ*), chez *Apomatus similis* Mar. et Bobr. (*Serpulidæ*), chez *Arenicola marina* L. (*Arenicolidæ*) et chez *Lanice conchylega* Pallas (*Terebellidæ*).

Ces cellules ne se distinguent, en général, par rien des cellules neurosécrétrices décrites chez divers animaux; la seule particularité marquante, du point de vue morphologique, est la grande fréquence de cellules coniques, dont le noyau occupe la pointe du cône. Tous les stades évolutifs de la cellule neurosécrétrice peuvent être trouvés chez un individu donné et parfois sur une seule coupe; certaines cellules n'ont que quelques grains, d'autres en sont surchargées, certaines cellules contiennent une sécrétion abondante en flaques et d'autres cellules ne contiennent plus que de nombreuses vacuoles avec des restes de sécrétion.

La fuchsine-paraldéhyde (8) permet de les détecter rapidement, mais

(1) *Zool. Anz.*, 113, 1936, p. 299-302.
(2) *Naturwis.*, 25, 1937, p. 131-138.
(3) *Zool. Anz.*, 125, 1939, p. 195-202.
(4) *Arch. Entwickl.*, 143, 1948, p. 332-346.
(5) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 100.
(6) *Arch. Anat. micr.*, 41, 1952, p. 25-40.
(7) *Arch. Anat. micr.*, 42, 1953, p. 112-126.
(8) M. Gabe, *Bull. Micr. appl.*, 3, 1953 (sous presse).

l'Azan de Heidenhain a l'avantage de révéler des affinités tinctoriales variées : certaines cellules retiennent le bleu d'aniline, d'autres l'azocarmin et certaines cellules semblent être à une phase évolutive intermédiaire aux deux précédentes, car leur produit de sécrétion apparaît plus ou moins violacé. L'hématoxyline chromique-phloxine fait apparaître deux affinités tinctoriales différentes, certaines cellules, de beaucoup les plus fréquentes (matériel récolté en septembre), sont phloxinophiles, tandis que d'autres retiennent l'hématoxyline chromique. Le produit de sécrétion contient un polysaccharide car il donne la réaction de Hotchkiss-Mac Manus.

La répartition des cellules varie suivant les espèces. Chez les trois Sabelliens examinés, des cellules neurosécrétrices existent sur toute l'étendue des faces dorsale, ventrale et latérales des ganglions cérébroïdes; certaines sont presque directement sous la cuticule, d'autres sont réparties à peu près uniformément dans l'écorce cellulaire des ganglions.

Chez *Arenicola marina*, les cellules neurosécrétrices sont presque exclusivement localisées à la partie dorsale et postérieure des ganglions cérébroïdes, en deux amas situés de part et d'autre de la ligne médiane.

Chez *Apomatus similis*, toute l'étendue des faces dorsale et ventrale des ganglions cérébroïdes présente des éléments neurosécréteurs; leur nombre augmente d'avant en arrière et la zone paramédiane de la portion postéro-dorsale de ces ganglions en est particulièrement riche.

Chez *Lanice conchylega*, les cellules neurosécrétrices sont à peu près uniformément réparties dans toute l'écorce des ganglions cérébroïdes; il existe, en outre, des amas médiodorsaux, latérodorsaux, médioventraux et latéroventraux.

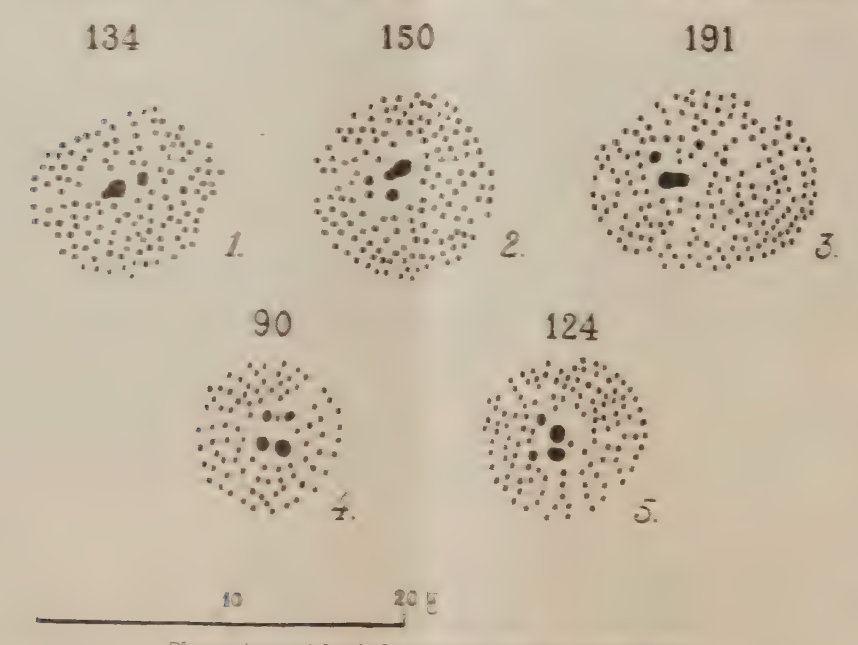
Chez toutes les espèces examinées la chaîne nerveuse ventrale contient des cellules neurosécrétrices sur toute sa longueur; elles prédominent le long des faces latérales et de la face ventrale. Le cheminement par voie axonale est toujours peu net.

En somme, les éléments neurosécréteurs semblent être moins groupés chez les Polychètes sédentaires que chez les Polychètes errantes et ce fait est peut-être à rapprocher du moindre degré de différenciation des ganglions cérébroïdes chez les Polychètes sédentaires. Les affinités tinctoriales des cellules neurosécrétrices sont les mêmes chez les Polychètes sédentaires que chez les Polychètes errantes; la présence d'un glucide Hotchkiss-positif est une particularité commune aux deux groupes d'Annélides. Les différences d'aspect des cellules neurosécrétrices chez un même individu pourraient correspondre à un cycle sécrétoire dont l'étude nécessiterait l'examen d'animaux fixés aux diverses étapes du développement.

CYTOLOGIE. — *Formules chromosomiques nouvelles chez les Lycaenidae (Lépidoptères Rhopalocères).* Note (*) de M. HUBERT DE LESSE, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Des formules [illegible] différant souvent d'une espèce à l'autre, ont déjà été trouvées dans le genre *Lysandra* (1). C'est pourquoi je me suis efforcé de définir toutes celles qui étaient encore inconnues, en étudiant les espèces de ce genre qui m'étaient accessibles. J'espérais en effet trouver ainsi un caractère permettant de séparer certaines formes affines ou [illegible] semblables, mais différant plus ou moins [illegible]. D'autre part, l'étude des dimensions des chromosomes et de la valeur des nombres [illegible] pouvait donner des indications [illegible] ou infirmant l'hypothèse de la polyploïdie déjà avancée pour expliquer les formules élevées chez les Lépidoptères.

La figure ci-dessous et le tableau résument [illegible] résultats obtenus.



Plaques équatoriales de la première division de maturation.

Fig. 1 : *Lysandra argester* Berg. (n = 134). Sierra Nevada. — Fig. 2 : *L. argester* Berg. (n = 150). Port de Gavarnie. — Fig. 3 : *L. nivescens* Kef. (n = 191). Bronchales (Teruel). — *L.* (*Agrodiaetus*) *ripperti* Frey. (n = 90). Noguera (Teruel). — *L.* (*Agrodiaetus*) *dolus* Hb. (n = 124). Ferme Maubert (Aveyron).

(*) Séance du 18 janvier 1954.

(1) Z. LORKOVIC, *Chromosoma*, II, n° 2, 1941, p. 155-191 ; H. DE LESSE, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1692 et 237, 1953, p. 1781.

Espèces ♂.	Localité.	Spermatocyte. I.		Spermatocyte. II.	Nombre d'individus.	
Lysandra nivescens Ref.	Bronchales (Teruel) 1 600 m env.	$n = 190\text{-}191$	(*fig.* 3) (*)	–	5	10
	Ciudad Encantados (Cuenca) 1 400 m env.	$n = 190\text{-}191$	–	–	5	
Lysandra argester Berg.	Bronchales (Teruel) 1 600 m env.	$n = 147\text{-}150$	–	–	1	6
	Ciudad Encantados (Cuenca) 1 400 m env.	$n = 147\text{-}149$	–	–	1	
	Port de Gavarnie (Aragon) 1 600 m env.	$n = 150$	(*fig.* 2)	–	1	
	Vallée d'Eyne (Pyr.-Or.) 1 900 m env.	$n = 148\text{-}149$	–	–	2	
	Val d'Isère (Savoie) 2 000 m env.	$n = 148\text{-}151$	–	–	1	
	Sierra Nevada 2 700-2 900 m. env.	$n = 131\text{-}134$	(*fig.* 1)	–	4	
Lysandra (*Agrodiætus*) *dolus* Hb.	Ferme Maubert (Aveyron) 850 m env.	$n = 124\text{-}125$	(*fig.* 6)	–	5	
Lysandra (*Agrodiætus*) *riparti* Frey	Noguera (Teruel) 1 400 m env.	$n = 90$	(*fig.* 4)	$n = 90$	6	

(*) La définition de formules très élevées offre de grandes difficultés. Lorsque je n'ai pu préciser un nombre unique, j'ai donc donné ceux qui étaient de beaucoup les plus fréquents lors des numérations. Pour *L. argester*, j'ai même indiqué les écarts fournis par tous les nombres comptés sur diverses plaques équatoriales. Étant donné les différentes difficultés techniques, ces nombres ne signifient pourtant nullement que la formule réelle varie dans une telle mesure.

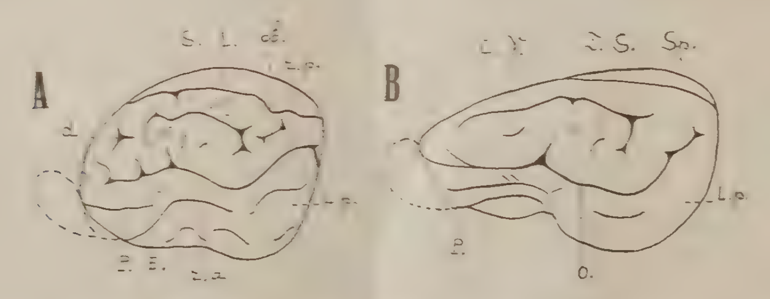
Observations. — 1° *Lysandra nivescens*, avec le nombre le plus élevé connu à ce jour chez les Métazoaires, se trouve nettement séparé de *L. argester*, auquel la plupart des auteurs l'ont réuni. De plus, il est possible que l'on soit amené également à séparer les *argester* de la Sierra Nevada, bien qu'il n'ait pas été possible de définir exactement leur formule; celle-ci est en effet moins élevée (d'au moins 13 unités) que celle des *argester* récoltés dans cinq localités très éloignées les unes des autres.

2° Chez toutes les formes étudiées ci-dessus, on ne peut manquer d'être frappé par les dimensions réduites de la plupart des chromosomes. Bien que cette réduction ne semble pas toujours absolument parallèle à l'accroissement de leur nombre, elle est la règle chez toutes les espèces de Lépidoptères Rhopalocères chez lesquels des nombres chromosomiques élevés ont déjà été signalés. Ajoutons que les formules définies ici — à part celle de $n = 90$ — ne se présentent pas comme des multiples de nombres déjà connus. Cette double constatation ne cadre donc pas exactement avec l'hypothèse d'un phénomène

de polyploïdie, et pourrait inciter plutôt à voir dans ces nombres élevés le résultat d'une fragmentation plus ou moins régulière (2).

ANATOMIE COMPARÉE. — *Les caractéristiques fondamentales du cerveau des Ongulés (Ungulata) périssodactyles et artiodactyles.* Note de Mlle MADELEINE FRIANT, présentée par M. Emile Roubaud.

Le cerveau des Ongulés n'avait pu, jusqu'ici, être étudié dans son ensemble, parce que l'embryogénie en était inconnue. Les travaux de R. Anthony et J. de Grzybowski ([illegible]), sur le développement cérébral des Ongulés domestiques, et ceux que je poursuis, depuis 1937, sur le développement cérébral des Ongulés sauvages, me permettent, aujourd'hui, d'établir les caractéristiques du télencéphale de ce vaste groupe mammalien (1).



Face latérale gauche du télencéphale de deux Ongulés (*Ungulata*) des Collections du Laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum. — A, *Ongulé périssodactyle* archaïque : *Tapirus (Tapirus) americanus* Briss. Fœtus avancé. A ce stade, l'operculisation est à peine indiquée, au niveau de l'*Ectosylvia* et de la Scissure rhinale postérieure. B, *Ongulé artiodactyle* sélénodonte : *Hyemoschus aquaticus* Ogilby. Adulte. Le *Gyrus arcuatus* I, operculisé en totalité, n'est pas visible; le *Gyrus arcuatus* III, en raison de l'effacement du Latéral, est indistinct. (La figure A a été retournée, pour faciliter les comparaisons.) C. coronal; *d.* Diagonal. E. *Ectosylvia*. L. Latéral. L. p. Lobe piriforme. O. sillon d'operculisation; ob. Oblique. P. *Præsylvia*. r. a. Scissure rhinale antérieure; r. p. Scissure rhinale postérieure. S. *Suprasylvia*. Sp Splénial. γ et δ. Sillons γ et δ. I, II et III. *Gyri arcuati* I, II et III. (Grandeur naturelle.)

I. *Caractéristiques générales.* — Les caractéristiques cérébrales communes à tous les Ongulés sont :

1° Le *surbaissement du cerveau*, qui s'accuse, des formes les plus archaïques (*Tapiridæ* (*fig.* A), *Hippopotamidæ*), à hémisphères encore très élevés, aux formes les plus spécialisées (*Equidæ*, Ruminants (*fig.* B)).

---

(2) Dans la Note : *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 1693, l'échelle de la figure est de 10 μ et non 20 μ.

(1) Une Note préliminaire sur le cerveau des Ongulés périssodactyles a paru, ici même, en 1949 (M. FRIANT, *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 1087).

2° Le *grand développement du Rhinencéphale*, plus net encore dans les familles primitives.

3° L'*ouverture considérable de l'angle des scissures rhinales.*

4° La présence, en général, d'une région operculisée, l'*Insula.*

5° L'*aspect rectiligne des sillons du* Neopallium, arqués, au contraire, chez les Carnassiers.

6° La réduction ou l'*absence de la* Pseudosylvia, qui marque, en principe, l'axe du Territoire central.

2. *Caractéristiques particulières aux Périssodactyles, d'une part, aux Artiodactyles, d'autre part.* — Au point de vue cérébral, il existe, cependant, des différences profondes entre les deux groupes actuels d'Ongulés, périssodactyles et artiodactyles. Voici, schématisées, ces différences :

	Périssodactyles.	Artiodactyles.
1. Scissures rhinales.......	Indépendantes	Unies (exception : *Dicotylinæ*)
2. Sillons d'operculisation..	*Ectosylvia* et scissure rhinale postérieure	*Ectosylvia* (parfois aussi *Præsylvia*)
3. *Insula*.................	Néopalléale (*Gyrus arcuatus* I) et rhinencéphalique (partie supérieure du Lobe piriforme)	Néopalléale (*Gyrus arcuatus* I, en partie ou en totalité)
4. Coronal................	Prolonge le Latéral	Prolonge la *Suprasylvia* ou, seulement, la *Postsylvia* (*Suidæ*)
5. Sillons de complication de la face externe........	Diagonal, Oblique	γ et δ, au niveau du *Gyrus arcuatus* II, chez les grands Artiodactyles
6. Splénial................	Normal, sur la face interne des hémisphères	Normal, le plus souvent; passe parfois sur la face externe

Ce qu'il faut surtout noter, c'est :

a. La présence d'une *Insula*, dont l'étendue est différente dans l'un et l'autre groupes, bien que les *Dicotylinæ* et, davantage encore, les *Giraffidæ* ([2]) établissent, à ce point de vue, une sorte de transition entre les Artiodactyles et les Périssodactyles.

b. La *position du Coronal* qui, encore typique chez les Périssodactyles, devient très spéciale chez les Artiodactyles, où ce sillon prolonge la *Suprasylvia*; le *Gyrus arcuatus* II est, alors, limité, vers le haut, par la *Suprasylvia* et le Coronal (*fig.* B).

([2]) M. Friant, *Acta anatomica*, 16, fasc. 3, 1952, p. 290.

c. La présence, chez les grands Ongulés, de *sillons de complication*; mais, ces sillons, sur la face externe, ne sont pas les mêmes dans les deux groupes.

d. La *position du Splénial, sulcus* se rattachant à la face interne des hémisphères, qui, dans certains genres d'Artiodactyles sélénodontes [*Hyemoschus* (*fig.* B), Tragule, Cervule, Gazelle, Céphalophe, etc.] passe en partie, sur la face externe.

3. *Conclusions.* — Les caractéristiques fondamentales communes au cerveau de tous les Ongulés viennent corroborer l'opinion de Cope et celle de Marsh sur l'origine monophylétique des Périssodactyles et des Artiodactyles, à partir d'une souche éocène archaïque.

Les caractéristiques fondamentales particulières au cerveau de chacun de ces deux groupes s'ajoutent, d'autre part, à la constitution, bien connue, de leurs extrémités, pour accuser les différences profondes qui, aujourd'hui· séparent les Périssodactyles des Artiodactyles.

BIOLOGIE. — *Variations individuelles des facteurs d'excrétion protidique avant la mue nymphale chez* Galleria mellonella (*L.*). Note (*) de M. **Paul Allegret**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Les larves de *Galleria mellonella* (L.) présentent entre le tissage du cocon et la mue nymphale une période d'inactivité. La durée de ce repos prénymphal est individuellement variable et ces variations paraissent, d'après nos premiers essais ([1]), en relation directe avec les phénomènes d'excrétion protidique qui précèdent la mue nymphale (émission de soie et rejet d'excrétas malpighiens). En effet, la variation de la durée du repos prénymphal présente un maximum d'amplitude (1-50 jours) pour les larves qui reçoivent l'aliment normal de *Galleria* (rayons de cire d'abeille contenant des restes de pollen), aliment qui fournit à chaque individu des quantités variables de substances protéiques utilisables et de déchets.

Nous avons étudié quantitativement le rejet de soie et la production d'excrétas malpighiens pour des larves de *Galleria* dont nous avons observé individuellement l'évolution entre le filage du cocon et la mue nymphale. Ces larves élevées en groupe sur aliment normal sont pesées immédiatement avant la construction du cocon ([2]) et isolées dans de légères ampoules de verre maintenues à l'obscurité à l'étuve (30-31°). Dès la mue nymphale, ces ampoules sont brisées, le poids et le sexe de chaque nymphe déter-

(*) Séance du 18 janvier 1954.

([1]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 441.

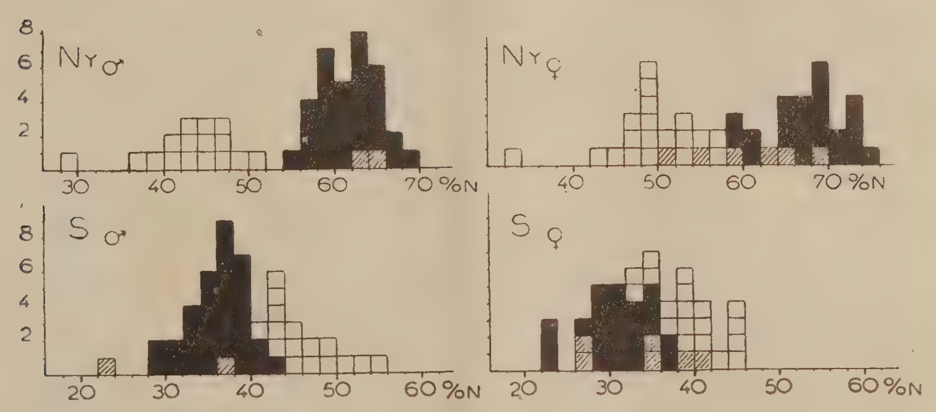
([2]) Période d'activité intense comparable, pour les larves de *Galleria* élevées en groupe, à la « montée » observée chez les Vers à soie.

minés, les excrétas et la soie intégralement recueillis. On procède alors pour chaque sujet aux dosages de l'azote total de la nymphe, de la soie et des excrétas. L'exuvie larvaire dont la variation de poids est faible est dosée en même temps que les excrétas.

Ces trois dosages d'azote total (Kjeldhal) permettent la reconstitution de la valeur initiale du stock azoté de la larve. La répartition de ce stock entre la nymphe, la soie et les excrétas peut alors être exprimée en pourcentage. De plus, pour chaque sujet, nous pouvons établir, en fonction du poids frais, le taux d'azote total de la larve et celui de la nymphe.

La répartition du stock azoté des larves entre la nymphe, la soie et les excrétas, est individuellement variable et, aux deux modes d'évolution (nymphose précoce et nymphose tardive) correspondent deux groupes différents de répartition azotée :

Ainsi, lorsque la mue nymphale survient rapidement (3 à 5 jours après la montée) la majeure partie de l'azote larvaire est retrouvée dans la nymphe (54 à 70 % de l'N larvaire pour les nymphes mâles, 58 à 76 % pour



Répartition des individus de *Galleria* en fonction du pourcentage d'azote larvaire (% N.) retrouvé dans la nymphe, Ny, et dans la soie, S. — *En noir :* sujets à nymphose précoce (3 à 5 jours). — *En blanc :* sujets à nymphose tardive (moyenne 34 jours).

les femelles). Par contre, lorsque la nymphose est tardive, une forte proportion de l'azote larvaire est rejetée avant la mue nymphale sous forme de soie et d'excrétas. La proportion d'azote larvaire retrouvée dans la nymphe est plus faible que dans le premier cas (30 à 52 % pour les mâles, 32 à 58 % pour les femelles). La correspondance des deux types d'évolution et les deux modes de répartition du stock azoté larvaire est représentée dans le graphique ci-dessus (Nymphes) où nous avons figuré en noir les sujets à nymphose précoce et en blanc les sujets à nymphose tardive.

Pour les larves à mue nymphale précoce, la presque totalité de l'azote non retenu dans la nymphe est éliminé sous forme de soie. Dans le second cas (mue nymphale tardive). une quantité importante d'excrétas malpighiens accompagne une émission de soie elle-même plus intense (graphique soie).

La nymphose des Lépidoptères ne s'effectue normalement que lorsque les tubes de Malpighi et les glandes séricigènes peuvent fonctionner librement ([3]), ([4]). Chez *Galleria* nous voyons ces organes effectuer un travail épurateur variable suivant les individus :

1. Lorsque les glandes séricigènes suffisent à l'épuration protidique, la mue nymphale survient rapidement. Malgré la forte proportion d'azote larvaire retenue par la nymphe, nous observons dans ce cas un taux d'azote total (N total/poids frais) plus faible pour la nymphe que pour la larve.

2. Lorsque les substances à éliminer sont trop abondantes ou lorsque leur nature chimique est telle qu'elles ne peuvent être bloquées sous forme de soie, les tubes de Malpighi aident les glandes séricigènes. Cette action malpighienne paraît lente et la larve reste en repos prénymphal. Pendant cette période de repos la larve maigrit et, dans ce cas, le taux d'azote total (N total/poids frais) devient plus fort pour la nymphe que pour la larve, bien qu'une forte quantité d'azote larvaire ait été rejetée sous forme de soie et d'excrétas malpighiens. La destruction de réserves, consécutive au repos prénymphal prolongé, peut libérer des produits utilisables par les glandes séricigènes qui redeviennent spontanément actives (cocons secondaires tardifs).

L'importance du repos prénymphal semble être conditionnée par l'intensité du travail excréteur imposé aux tubes de Malpighi. Aux valeurs intermédiaires de la durée du repos, correspond une faible surcharge malpighienne (cas intermédiaires figurés en hachures sur le graphique).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comportement des greffes d'ovaire infantile sur ♂ adultes stérilisés par les rayons* X, *chez* Lebistes reticulatus *R.* Note de MM. **Jean Vivien** et **Ernest Follenius**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les cas d'arrhénoïdie sont relativement rares chez *Lebistes*. Blacher ([1]), Winge ([2]), Gallien ([3]) décrivent quelques cas d'acquisition de caractères

---

([3]) Bounhiol, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 64.
([4]) *Comptes rendus*, **238**, 1954 (à paraître).

([1]) *Biol. Bull.*, **50**, 1926, p. 374-381.
([2]) *J. of Genetics*, **18**, 1927, p. 1.
([3]) *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **70**, 1945, p. 104-106.

sexuels ♂ par des ⚥ matures dont l'ovaire subit une involution caractéristique des changements de sexe spontanés observés chez de nombreux Cyprinodontes. Seul Blacher signale l'existence d'hermaphrodites présentant, à côté d'un ovaire fonctionnel, un testicule actif. Dans les élevages que nous utilisons depuis sept ans, nous n'avons relevé que 12 cas d'arrhénoïdie sans jamais observer une seule masculinisation des ovaires involués.

Goodrich et col. ([4]), Dildine ([5]), ont montré qu'avant la naissance les embryons ♂ de *Lebistes* passent par un stade d'hermaphrodisme transitoire, durant lequel l'oogénèse abortive ne dépasse pas le stade synapsis préméiotique, que suit une dégénérescence pycnotique et une atrésie des jeunes ovocytes formant, *in situ*, des corps résiduels rapidement résorbés; chez les embryons ♀, l'existence d'une potentialité ♂ se manifeste discrètement par l'apparition de rares pycnoses parmi les jeunes ovocytes en croissance. A la naissance, la différenciation définitive des gonades est réalisée dans les deux sexes.

Expérimentalement, l'action des œstrogènes de synthèse a permis à Berkowitz ([6]) d'observer, chez les jeunes ♂ de *Lebistes*, soit une inhibition de la spermatogénèse suivie d'involution de la gonade, soit une inhibition de la spermatogénèse suivie d'une poussée d'ovogénèse avec, dans tous les cas, hypertrophie des canalicules spermatiques et hyperactivité secrétoire des voies déférentes.

L'action des androgènes sur les jeunes ♀, essayée par Eversole ([7]), n'a permis d'obtenir qu'une inhibition du développement ovarien sans stimulation des potentialités ♂ analogue à celle qu'ont obtenu Lepori ([8]) chez *Gambusia* ou Régnier ([9]) chez *Xiphophorus*.

Nous avons pratiqué avec succès des greffes de gonades infantiles prélevées sur de jeunes *Lebistes*, un mois après la naissance, et implantées dans la région postéro-dorsale de la cavité abdominale, ou entre vessie natatoire et péritoine, sur des adultes normaux ou préalablement stérilisés par les rayons X depuis au moins trois mois.

Les greffons homologues, implantés sur ♂ ou ♀ normaux, subissent une involution importante avant leur reprise. Les ovaires infantiles greffés sur ♂ normal subissent une involution profonde; l'atrésie folliculaire

---

([4]) *Biol. Bull.*, **67**, 1934, p. 83-96.

([5]) *J. Morph.*, **60**, 1937, p. 261-277.

([6]) *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **36**, 1937, p. 416-418; *Anat. Rec.*, **71**, 1938, p. 161-175; *J. Exp. Zool.*, **87**, 1941, p. 170-185.

([7]) *Endocrinology*, **25**, 1939, p. 328-330; *Ibid.*, **28**, 1941, p. 603-610.

([8]) *Bol. Pesca. Pisc. Idrobiol.*, **2**, 1947, p. 1-19.

([9]) *Bull. Biol. Fr. Belg.*, **72**, 1938, p. 387.

conduit à la formation de corps résiduels analogues à ceux observés chez les femelles arrhénoïdes. Nous n'avons observé jusqu'alors aucune poussée évolutive ♂ dans ces greffons ovariens portés par des ♂ normaux. Les testicules infantiles greffés sur ♂ normaux subissent un net retard de leur évolution spermatogène, alors que l'activité des canalicules déférents semble nettement stimulée.

Les greffons homologues sur ♂ ou ♀ stériles semblent subir une très légère involution, suivie d'une reprise très active. Les ovaires infantiles greffés sur ♀ stériles, présentent une dilatation anormale de la cavité ovarienne. Les testicules infantiles greffés sur ♂ stérile développent une spermatogénèse active et montrent une nette hyperactivité secrétoire des canalicules déférents.

Tous les greffons d'ovaires infantiles implantés sur ♂ stériles ont évolué en ovotestis présentant, à côté d'ovocytes en croissance, d'aspect normal, des cystes où se déroule une spermatogénèse typique. L'étude histologique des greffons, faite un mois ou un mois et demi après la greffe, montre que :

le petit accroissement ovocytaire se poursuit chez de nombreux ovocytes, témoignage de la persistance d'une fonction ♀ de la gonade;

la cavité ovarienne a tendance à se dilater et à isoler deux massifs distincts dans le greffon; cette tendance à la dualité peut être interprétée comme une masculinisation;

de nombreux canalicules spermatiques se différencient aux dépens du stroma et tendent à constituer un système déférent testiculaire typique; de nombreux cystes périphériques montrent les premiers stades d'une spermatogénèse active; dans les cystes à ovogonies persistantes, de nombreuses manifestations pycnotiques apparaissent; ces caractères sont typiques d'une masculinisation en cours d'évolution.

La présence, chez quelques greffons, de corps résiduels périphériques permettent de penser que certains ovocytes en croissance ou arrivés au terme de leur petit accroissement subissent une dégénérescence atrétique. Par ailleurs, la présence de cellules granuleuses éosinophiles géantes, infiltrées dans les mailles du stroma et jusqu'au sein de certains ovocytes de grande taille, soulignent l'existence d'un processus macrophagique de résorption qui semble très actif dans certains greffons.

Cette masculinisation des greffons ovariens implantés sur ♂ stériles, semble devoir être interprétée comme résultant d'une action des secrétions androgènes issues du testicule stérile, chez lequel, ainsi que nous l'avons antérieurement démontré, persiste cette activité hormonogène [10].

---

[10] FOLLÉNIUS, *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 87, 1953, p. 68-91.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur le rôle de « l'organe* Y » *dans la mue de* Carcinus moenas (*L.*) *Crustacé Décapode.* Note (*) de M. **Guy Echalier**, présentée par M. Louis Fage.

Des expériences d'ablation élective, réalisées chez *Carcinus moenas* (L.), semblent permettre d'attribuer à « l'organe Y » un rôle positif dans le déclenchement de la mue chez les Crustacés Décapodes.

Dans une Note récente ([1]), Gabe a signalé la présence, chez les Crustacés Malacostracés, d'un organe « doté de tous les caractères histologiques de la glande ventrale des Insectes Hétérométaboles ». On sait que l'on soupçonne actuellement ces dernières formations de jouer un rôle endocrine important dans les phénomènes de mues et de métamorphoses.

J'ai entrepris diverses séries expérimentales dans l'intention de mettre en évidence une éventuelle intervention physiologique de cet « organe Y » dans le déclenchement de la mue des Crustacés.

Le Brachyoure *Carcinus moenas* (L.) a été le matériel choisi pour son abondance et sa robustesse; je me suis adressé à des jeunes des deux sexes de largeur comprise entre 1,5 et 2,5 cm pour éviter une trop longue durée des intermues. Témoins et opérés furent élevés, à la Station Biologique de Roscoff, dans des conditions évidemment identiques : chaque individu isolé, en eau courante, régulièrement nourri et attentivement suivi. L'étape physiologique des animaux fut soigneusement repérée, au moment des diverses interventions comme à l'arrêt final des expériences, suivant le découpage fondamental du cycle d'intermue établi par Drach ([2]).

Des conditions anatomiques favorables chez *Carcinus* (forme massive de l'organe, et position assez superficielle) m'ont permis de réaliser l'ablation chirurgicale, élective et bilatérale de l' « organe Y ». Les opérations se sont échelonnées de la mi-août à la mi-septembre. L'expérience a porté sur 126 animaux, pris à tous les stades du cycle. Sur ce nombre, 36 animaux sont morts trop tôt pour apporter une quelconque donnée. Il reste donc à considérer le cas de 90 animaux qui, après avoir subi l'opération bilatérale d'ablation, ont vécu régulièrement jusqu'au 6 janvier, date d'arrêt de l'expérience.

Les témoins, au nombre d'une cinquantaine, ont tous mué, une première fois, dans un délai qui ne dépassa pas deux mois après leur mise en élevage. Un certain nombre d'entre eux avaient mué à nouveau, ou étaient en imminence de le faire à cette date du 6 janvier.

(*) Séance du 18 janvier 1954.

([1]) *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1111.

([2]) *Ann. Inst. Océan. Monaco*, 19, 1939, p. 103-391.

Chez les opérés, au contraire, la grande majorité des animaux n'avaient pas encore effectué leur première mue (68 sur 90); et encore, parmi les 22 animaux ayant mué, il nous faut préciser que 10 avaient été opérés au stade D2, étape très proche de l'exuviation à venir.

L'ablation bilatérale de « l'organe Y », chez *Carcinus*, lorsqu'elle n'est pas effectuée trop tardivement dans l'intermue, semblerait donc allonger de façon très notable, la durée de cette intermue.

Mais l'étude précise des animaux, fondée sur la définition de leur stade physiologique au moment de l'intervention et à la date du 6 janvier, permet d'aboutir à des conclusions sensiblement différentes : on s'aperçoit, en effet, que la quasi totalité des animaux qui n'ont pas mué, est restée à la période même du cycle où les avait surpris l'intervention.

Ainsi 47 individus, opérés au stade C, sont retrouvés en C4 trois mois et demi à quatre mois et demi plus tard, c'est-à-dire après une période dépassant très largement la durée totale d'une intermue normale ([3]).

De même 13 animaux chez lesquels l'intervention fut pratiquée au stade D1, sont toujours en stade D1 le 6 janvier.

Nous avons vu, au contraire, que 10 animaux opérés en D2-D3, ont mué, mais nous les retrouvons arrêtés en C4.

Il y a donc, parmi les 90 opérés ayant survécu, seulement 12 animaux qui, après avoir mué dans des délais normaux, ont continué à évoluer régulièrement dans l'intermue suivante. Je pense qu'il s'agit là d'opérations défectueuses.

L'ablation élective et bilatérale de l'« organe Y » chez *Carcinus*, lorsqu'elle fut pratiquée antérieurement au stade D2, a ainsi provoqué une sorte de « blocage » des animaux à l'étape du cycle d'intermue où ils se trouvaient. A dire vrai, les individus opérés en début de C, évoluant à l'intérieur même de cette étape C, sont venus s'arrêter en C4, stade dont on sait qu'il marque l'achèvement du squelette tégumentaire. Plus étonnante est la constatation du blocage en D1, puisqu'à ce stade a déjà débuté, avec l'édification des soies futures, la préparation à la prochaine mue.

Enfin, je signalerai le cas très intéressant de deux animaux survivants chez lesquels furent réalisées simultanément l'ablation bilatérale de l'« organe Y » et la section globale des pédoncules oculaires. On les a trouvés le 6 janvier toujours en C4, alors que des témoins, privés seulement de leurs pédoncules oculaires, voyaient au contraire, comme il est classique, s'accélérer la succession de leurs étapes.

En conclusion, l'ablation élective et bilatérale de l'« organe Y » chez *Carcinus moenas* L. entraîne, au moins pour les stades C et jusqu'à D1,

([3]) A côté de ce groupe il reste le cas de 8 animaux opérés en C_1, qui n'ont pas mué : mais 5 sont morts tardivement sans que leur stade final ait pu être déterminé et 3 auraient évolué de fin C_1 à début de D_1.

une sorte de « blocage » dans le déroulement habituel du cycle d'intermue. Ce blocage s'étant maintenu pendant une période très supérieure à celle d'une intermue normale, il n'est pas interdit de penser qu'il pourra être définitif.

C'est de toutes façons la première fois que, chez les Crustacés, il est possible, après expériences d'ablation élective, de soupçonner un organe endocrine d'être la source d'une hormone probablement assimilable à une hormone de mue.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la nature de l'acide hydroxy-indol-acétique des urines de cancéreux.* Note (*) de Mme **Monique Clerc-Bory**, MM. **Henri Pachéco** et **Charles Mentzer**, présentée par M. Maurice Javillier.

L'une des taches décelables sur les chromatogrammes d'urines de cancéreux présente les mêmes réactions colorées et le même Rf que l'acide hydroxy-5 indol-acétique.

En 1921, Hermanns et Sachs [1] ont isolé, en partant de l'urine d'une femme atteinte d'un cancer du foie, un acide de formule $C_{10}H_9O_3N$ présentant les caractères analytiques des indols. Ces auteurs ont considéré que le nouveau composé devait être l'acide hydroxy-4 indol-acétique mais sans apporter les preuves définitives d'une telle structure. Estimant que seule la comparaison de la substance en question avec des modèles artificiels de formule certaine permet de résoudre ce problème structural, nous avons entrepris, il y a plus d'un an, la synthèse des hydroxy-5 et 7-indol-acétiques [2] et [3]. Entre temps, ces composés ont été obtenus par Witkop et ses collaborateurs [4] qui n'ont cependant donné aucune précision sur le mode de synthèse mis en jeu. Si l'acide hydroxy-4 indol-acétique n'a que très peu de chances d'être rencontré dans la nature d'après nos connaissances biogénétiques actuelles, il n'en est pas de même des isomères oxygénés en 7 et en 5 qui peuvent provenir respectivement de l'hydroxy-7 tryptophane au cours de sa transformation en acide hydroxy-3 anthranilique [5] ou de l'hydroxy-5 tryptophane par l'intermédiaire de l'hydroxy-5 tryptamine ou sérotonine [6].

(*) Séance du 11 janvier 1954.

(1) *Z. Phys. Chem.*, 114, 1921, p. 79-88.

(2) C. Mentzer, C. Beaudet et Mlle M. Bory, *Bull. Soc. Chim.*, 20 (5e), 1953, p. 421.

(3) Mme M. Clerc-Bory, *Bull. Soc. Chim.* (sous presse).

(4) *J. Amer. Chem. Soc.*, 75, 1953, p. 500.

(5) C. Mentzer, D. Molho, H. Pachéco et Y. Berguer, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 33, 1951, p. 1297-1302.

(6) Lembeck, *Nature*, 172, 1953, p. 910.

Nous venons maintenant de mettre en évidence, grâce à une technique déjà décrite par l'un de nous (⁷), sur des chromatogrammes urinaires de deux femmes atteintes, l'une d'un cancer du sein, l'autre de la gorge, une tache apparemment identique à celle d'un échantillon authentique d'acide hydroxy-5 indol-acétique. Les urines fraîches ont été épuisées à l'éther sans peroxydes d'abord à pH 8,5-9 pour l'élimination des impuretés, puis à pH 3-4 pour l'extraction des acides organiques. La fraction acide, après évaporation du solvant sous vide, a été soumise à la chromatographie de partage ascendante sur papier Whatman n° 1, au moyen d'un mélange de butanol (100 cm³), d'eau (100 cm³) et d'ammoniaque (2 cm³), à la température de 20°. L'un des chromatogrammes obtenus est schématisé ci-dessous :

I II III IV V VI VII VIII IX

A

B

C

→ sens de la chromatographie

Taches fluorescentes et réagissant à la benzidine *bis*-diazotée.

Taches non fluorescentes, réagissant à la benzidine *bis*-diazotée.

Taches fluorescentes ne réagissant pas à la benzidine *bis*-diazotée.

A : urine seule (cancer du sein). — B : urine additionnée d'acide hydroxy-5 indolacétique (la tache IV est renforcée). — C : acide hydroxy-5 indolacétique seul (40 à 50 γ). Rf = 0,15.

Aspect des taches.

	Examen direct en lumière ultraviolette.	Après application de benzidine *bis*-diazotée à la lumière du jour.	Rf.
I................	gris violet	jaune-orangé	0,015
II...............	verdâtre	violet	0,06
III..............	bleu violet	–	0,10
IV...............	vert	brun violet	0,15
V................	rosé	–	0,18
VI...............	bleu	–	0,30
VII..............	bleu vert	–	0,35
VIII.............	–	rose	0,7
IX...............	–	orange	0,8

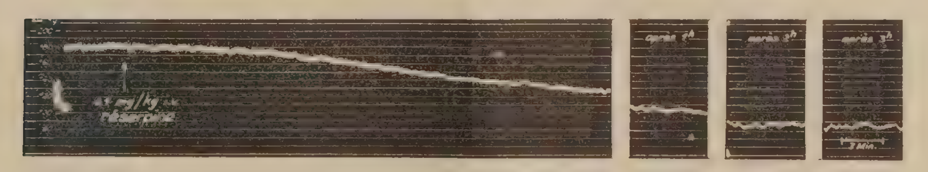
(⁷) H. Pachéco, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 110.

Il ne nous a malheureusement pas été possible jusqu'ici d'isoler l'acide hydroxy-5 indol-acétique pur sous forme cristallisée en raison des quantités limitées d'urines dont nous pouvions disposer. Néanmoins les faits observés par nous semblent être en accord avec les données de Lembeck ([6]) qui vient de déceler la sérotonine dans les tissus cancéreux. Nous pourrions ainsi envisager que l'un des aspects biochimiques de la déviation métabolique observée au cours de certains cancers, se traduit par une oxydation exagérée du tryptophane en position 5, puis d'une décarboxylation en sérotonine, et ensuite d'une désamination oxydative en acide hydroxy-5 indol-acétique. La sérotonine, considérée actuellement comme la substance organique la plus douloureuse pourrait être responsable également des souffrances endurées par les malades atteints de certains cancers.

PHARMACODYNAMIE. — *Effet hypotenseur chez l'animal de la réserpine, un nouvel alcaloïde de la* Rauwolfia Serpentina *Benth.* Note de MM. **Rolf Meier**, **Hugo-J. Bein**, **Franz Gross**, **Jean Tripod** et **Herbert Tuchmann-Duplessis**, transmise par M. Albert Policard.

La réserpine entraîne une hypotension progressive et particulièrement longue. Cet alcaloïde agit sur des régulations circulatoires au niveau du système nerveux central, mais montre aussi dans certains tests des points d'attaque vasculaires périphériques.

La réserpine, un nouvel alcaloïde de la *Rauwolfia Serpentina* B. isolé récemment, très actif et possédant un index thérapeutique élevé ([1],) ([2]), montre une série d'effets particuliers entre autres au niveau du système



Chez le Chat narcotisé à l'acide diallylbarbiturique, la réserpine 0,1 mg/kg i. v. produit une hypotension marquée et de longue durée. Enregistrement de la pression artérielle.

circulatoire. Là, c'est avant tout une hypotension progressive mais de très longue durée qui apparaît, par exemple chez le Lapin, le Chat et le Chien, même après des doses de 0,1 mg/kg i.v. (*fig.* 1).

([1]) J. M. Müller. E. Schlittler et H. J. Bein, *Experientia*, 8, 1952, p. 338.

([2]) H. J. Bein, *Experientia*, 9, 1953, p. 107.

L'analyse de cette hypotension ([3]) montre d'abord qu'elle est due à une diminution durable de la résistance vasculaire périphérique, avec bradycardie et augmentation concomitante du débit cardiaque, mais sans diminution de l'activité du cœur isolé ([4]).

Comme la réserpine est dépourvue de propriétés sympathicolytiques sur les vaisseaux et le cœur isolé, sur les coronaires et sur l'augmentation de tension due à l'adrénaline, la nor-adrénaline et l'éphédrine, un point d'attaque périphérique sur des récepteurs sympathicomimétiques est peu vraisemblable, et l'absence de propriétés ganglioplégiques montre qu'il en est de même au niveau des synapses neurovégétatives usuelles ([2]), ([3]). Par contre, chez le Chat par exemple, seule l'augmentation de la pression artérielle après ces mêmes agents sympathicomimétiques est nettement renforcée par la réserpine, mais l'effet presseur produit par la stimulation des nerfs sensitifs afférents ou par les réflexes sinu-carotidiens est inhibé.

Ces observations montrent donc que la réserpine agit au niveau de récepteurs sympathiques qui influencent certains facteurs centraux de la régulation circulatoire, mais une action sur le système parasympatique est peu vraisemblable. Cet effet central, ajouté à d'autres actions très particulières de la réserpine, — sédation, myosis, etc. —, donne une image pharmacodynamique assez analogue au syndrome obtenu par W. R. Hess ([5]) lors de la stimulation artificielle de certains substrats diencéphaliques.

En outre, un antagonisme marqué contre les spasmes musculotropes dus au $BaCl_2$ ou à la vasopressine, révèle cependant un effet vasculaire périphérique qui n'est pas de nature « histaminoïde », car la réserpine n'inhibe pas la vaso-constriction produite par l'histamine ou la sérotonine sur les vaisseaux isolés du Lapin ou les coronaires du Chat ([4]).

CHIMIE MÉDICALE. — *Étude chimique de l'os de Seiche employé comme thérapeutique réparatrice de l'os dans la médecine vietnamienne.* Note de Mlle **Simone Hatem**, présentée par M. Christian Champy.

On utilise de temps immémorial dans la pharmacopée vietnamienne, pour le traitement des ulcères phagédéniques des membres (d'origine bacillaire pour la plupart semble-t-il) et atteignant l'os, des préparations à base d'os de Seiche frais, dont le succès est tellement évident que cette thérapeutique a survécu à l'introduction de méthodes européennes moins

---

([3]) Bibliographie détaillée dans H. J. Bein, F. Gross, J. Tripod et R. Meier, *J. Suisse Médecine*, 83, 1943, p. 1007.

([4]) J. Tripod, R. Meier, *Arch. Internat. pharmacodyn.*, 1953 (sous presse).

([5]) *Helv. physiol. Acta*, 1947, Suppl. IV.

empiriques. On obtient, en tous cas, une cicatrisation ostéopériostée rapide, précédant souvent de peu celle des tissus superficiels. L'extrait d'os de Seiche est fait de manière à conserver les sels minéraux et les principes organiques (d'ailleurs cuits).

Il nous a paru intéressant de rechercher la composition de ce médicament pour comprendre ce qui pouvait avoir une action thérapeutique logique.

L'analyse CH, de l'os de Seiche, révèle :

Poids (mg).	CO_2 (%).	H (%).	C (%).	H (%).
26,32	12,85	3,65	13,32	1,52
21,90	10,75	3,15	13,30	1,60

Dosage d'azote :

Poids de la matière (mg).	Volume (cm³).	T (°C).	H (mm).	N (%).
23,16	0,12	20,70	756	0,59
22,83	0,11	19,8	760	0,56

Le soufre et le phosphore sont décelés en traces faibles difficilement dosables.

L'examen des spectres d'arc dans la région entre 2 300 et 6 000 Å révèle :

Constituant minéral principal Ca, traces importantes de Mg, traces de Sr, traces très faibles de Si.

La partie minérale principale paraît donc le Ca avec traces importantes de Mg et de Sr; très faibles traces de Si.

La forme physique du Ca est représentée par de très fins cristaux d'aragonite avec une partie colloïdale mêlée à la substance organique.

Ce qui caractérise la partie minérale, c'est son extrême division en grains de 1 à 2 μ, état que l'on ne rencontre ni dans l'os des Vertébrés, ni dans la conchyoline des Mollusques.

Si l'on compare le complexe de l'os de Seiche à la conchyoline des Mollusques, il est beaucoup plus facilement hydrolysable.

Le substrat protéique. — La méthode de Loiseleur complétée par la méthode chromatographique révèle dans les produits de l'hydrolyse, de la tyrosine, du glycocolle, du tryptophane et de la proline.

L'étude histochimique montre par la méthode des phosphatases de Gomori, une forte réaction de phosphatase alcaline.

Par la technique de Bourne, elle se montre répartie en longues travées régulières. La technique de Joyer-Lavergne montre l'existence d'une substance à fonction sulfhydrile, répartie en petits points clairsemés, probablement de la cystéine adhérente aux protides fondamentaux.

Il faut remarquer que la conchyoline ne renferme généralement pas de cystéines [1] contrairement à l'osséine humaine. Par contre, la recherche du glutathion par la méthode de Rapkin se montre négative.

Par la méthode du nitrate d'argent acide à l'obscurité, l'acide ascorbique donne une réaction très nette dans les tissus entourant l'os.

On peut donc concevoir que les préparations d'os de Seiche agissent par leur calcium à l'état d'extrême division, état qui le rend plus facilement attaquable à l'échelle cellulaire (il s'agit ici d'application directe sur les tissus). On sait que de petites particules calcaires arrachées avec le périoste accélèrent l'ostéogenèse (Leriche et Policard).

Elle peut agir par l'existence de protéines facilement hydrolysables (et probablement déjà hydrolysée dans la préparation pharmaceutique) renfermant les mêmes composants amino-acides que l'osséine et aidant vraisemblablement *in situ* à sa reconstitution. Enfin, il faut noter la présence de catalyseurs : phosphatase et vitamine C (dont Leriche a montré l'importance dans l'ossification). Peut-être la micro-irritation causée par les fines particules joue-t-elle un rôle (voir Leriche et Policard).

En tous cas, la composition de l'os de Seiche rend assez logique l'emploi de cette thérapeutique dans les cas indiqués. Il ne serait peut-être pas impossible de tirer de là des indications pour établir une thérapeutique locale plus précise accélérant l'ossification en l'absence d'infection.

A 16 h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 h.

R. C.

---

(1) P. Thomas, *Manuel de Biochimie*, p. 880.

ERRATA.

—

(*Comptes rendus* du 30 novembre 1953.)

Note présentée le même jour, de Mme *Simone Odiot*, Détermination géométrique des couches K, L, M des atomes et ions Be, F^-, Al_3^+, Ca_2^+, Rb^+, Hg :

Page 1401, 27e ligne, *au lieu de* 28,1, *lire* 18,1.

(*Comptes rendus* du 21 décembre 1953.)

Note présentée le même jour, de MM. *Jacques Habib* et *Louis Hugues*, Sur la détermination du facteur de rétention pour l'eau des argiles du type kaolin :

Page 1766, 13e ligne en remontant,

au lieu de $K = kg[P - a(l - P)]^3$, *lire* $K = kg[P - a(1 - P)]^3$.

Page 1767, 6e ligne, *au lieu de* eau absorbée, *lire* eau adsorbée.
» 1768, dernier chiffre du texte, *au lieu de* 0,605, *lire* 0,650.

(*Comptes rendus* du 4 janvier 1954.)

Note présentée le 21 décembre 1953, de MM. *Michel Destriau*, *Robert Lochet* et *Auguste Rousset*, La diffusion moléculaire de la lumière par les mélanges binaires : vérification expérimentale de la formule d'Einstein sur le mélange sulfure de carbone-acétone :

Page 62, formule de la 5e ligne, *au lieu de* $\left[\frac{\left(\frac{\Delta n^2}{\Delta k}\right)^2}{m_1 V_2} \frac{\partial p^2}{\partial k}\right]$, *lire* $\left[\frac{\left(\frac{\Delta n^2}{\Delta k}\right)^2}{m_2 V_2 \frac{\partial p^2}{\partial k}}\right]$.

» » 13e ligne, *au lieu de* $(\Delta n^2/\Delta k)^2$, *lire* $(\Delta n^2/\Delta \rho)^2$.

(*Comptes rendus* du 11 janvier 1954.)

Note présentée le même jour, de M. *Paul Becquerel*, Recherches nouvelles sur la structure colloïdale ultramicroscopique du cytoplasme vivant :

Page 186, 3e ligne en remontant, *au lieu de* amicroscopiquement visible, *lire* microscopiquement visible.

Page 187, 1re ligne, *au lieu de* amicroscopiquement visibles, *lire* microscopiquement visibles.

